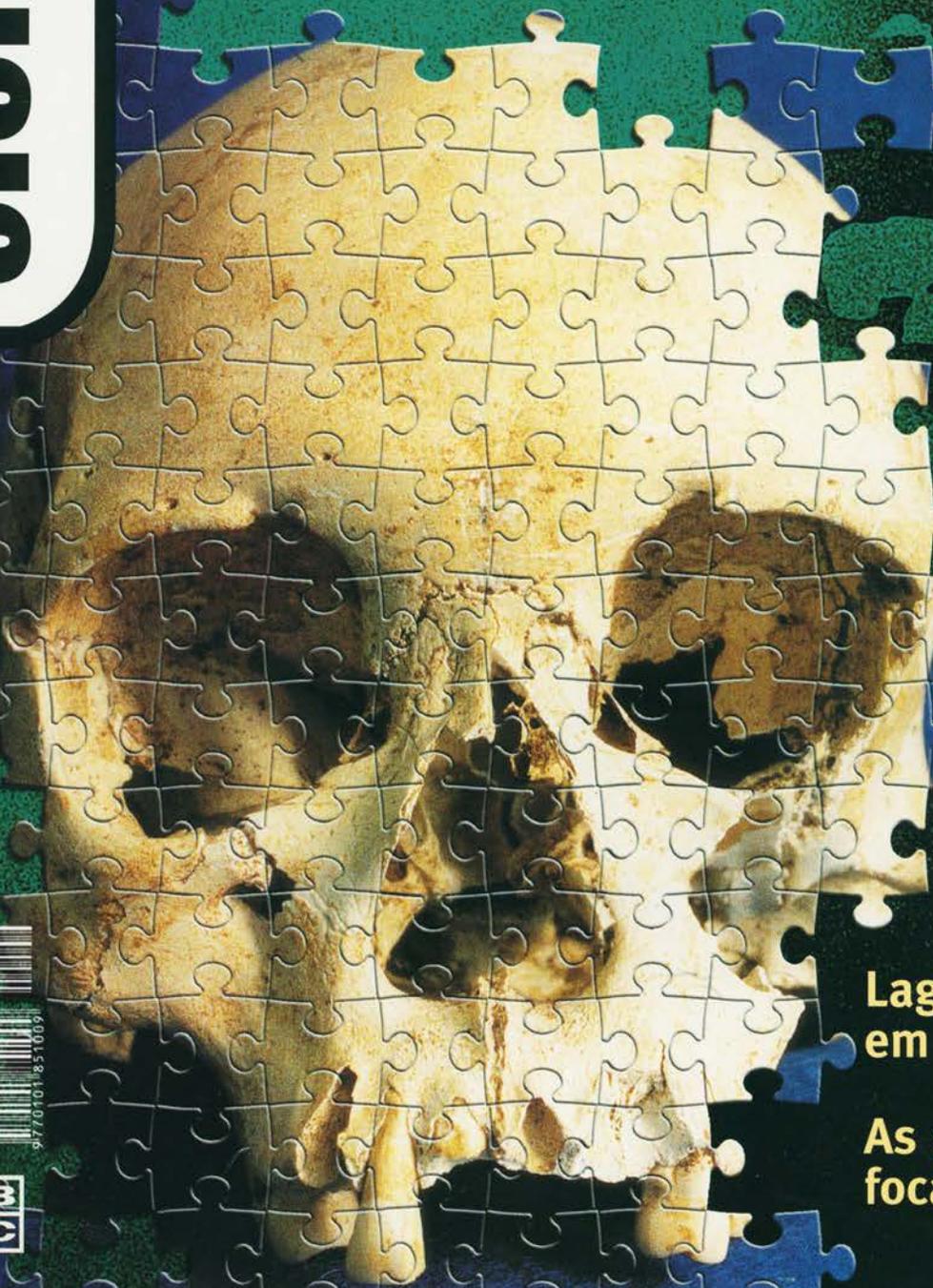


ciência hoje

O homem nas Américas

UMA HISTÓRIA INCOMPLETA



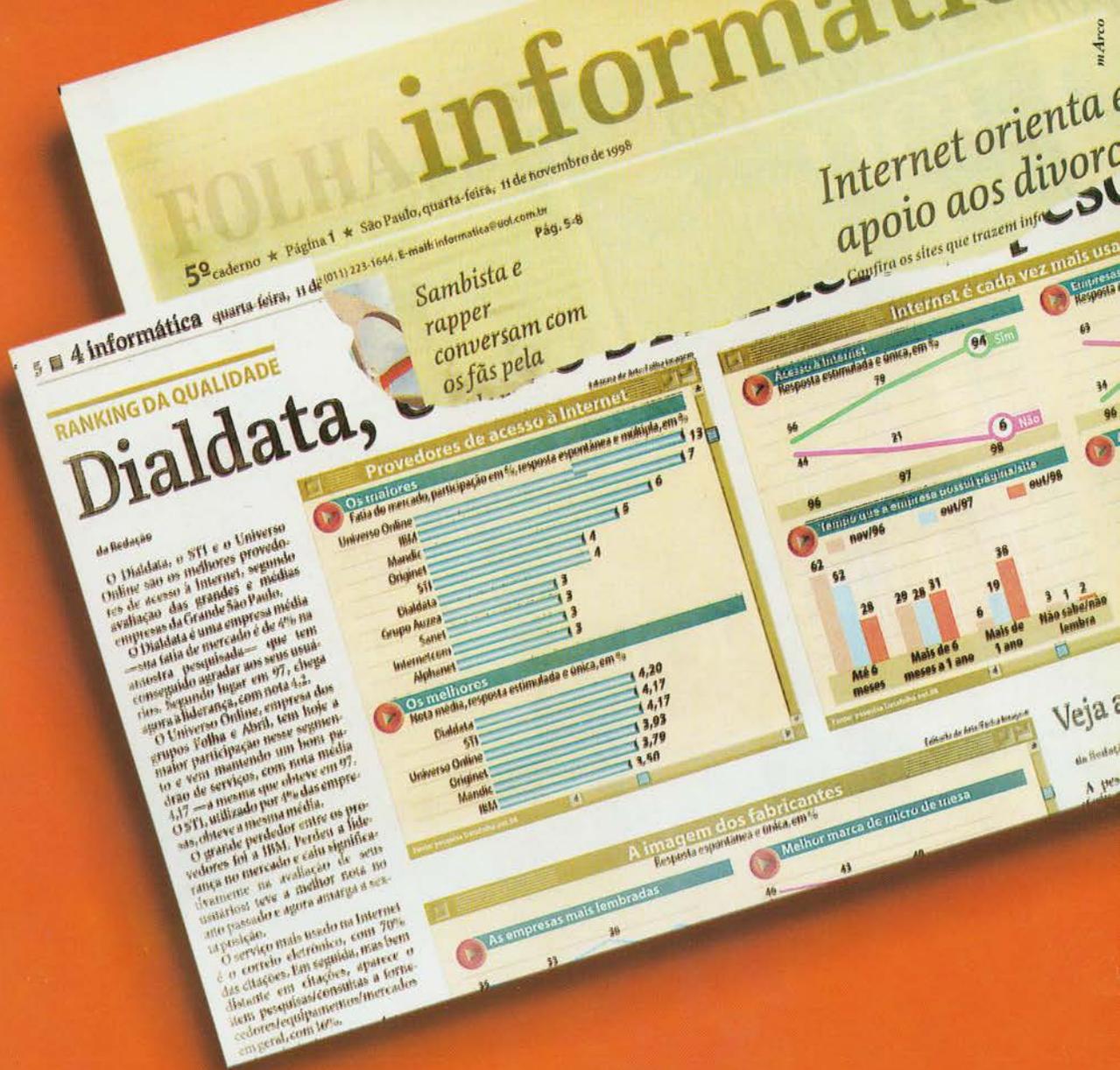
Lagoa de Araruama
em perigo

As simpáticas
focas da Antártida

ISSN 0101-8515
0.0149
9770101851009



REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA/VOL. 25 Nº 149/MAIO 1999/R\$ 7,50



NÃO DÁ PARA SER MELHOR.

Mais uma vez a Dialdata sai na frente e mostra que é o melhor. Segundo lugar em 97, chega agora à liderança como o melhor provedor com o maior índice de satisfação entre os usuários. Quem afirma é a pesquisa do Datafolha publicada em 11 de novembro no jornal Folha de S. Paulo, que ouviu 320 empresas de médio e grande porte da Grande São Paulo. O resultado não poderia ser diferente. Quem trabalhou com a Dialdata nos últimos anos sabe disso. Venha você também usufruir da qualidade de serviços que oferecemos sendo mais uma empresa sem problemas e com soluções na Internet.

www.dialdata.com.br
CEP 04532-002 SÃO PAULO-BRASIL TEL.: 829-4731 FAX: 822-4588 MODEM: 828-9577 3049-1900

RUA BANDEIRA PAULISTA, 716, 1º ANDAR
TEL.: 829-4731 FAX: 822-4588 MODEM: 828-9577 3049-1900

dialdata
internet systems

Os primeiros passos do **homem na América**

O debate sobre a história da ocupação humana na América continua acalorado no meio científico. Os sítios mais antigos encontrados até hoje – de 11 mil a 12,5 mil anos atrás – são vestígios inquestionáveis da presença humana no continente americano. Mas é consenso entre os pesquisadores que o homem teria chegado à América do Norte antes dessa data. Há dúvidas, entretanto, sobre como ocorreu essa ocupação. Acredita-se que houve quatro ondas migratórias vindas da Ásia, que teriam atravessado o estreito de Bering – duas delas teriam alcançado a América do Sul. *Ciência Hoje* apresenta as diversas hipóteses que motivam os especialistas e que até agora não permitiram chegar à unanimidade sobre o assunto.

No litoral fluminense, um ambiente com características únicas no país está sofrendo sérias ameaças de sobrevivência. Trata-se da lagoa de Araruama, uma das maiores lagunas costeiras hipersalinas do mundo. Uma vez e meia mais salgada que o mar, a lagoa mantém seu frágil equilíbrio ambiental com dificuldade. A ocupação desordenada das áreas em torno, sobretudo por loteamentos para veranistas, tem exposto a lagoa a processos físicos, ecológicos, biogeoquímicos e socioeconômicos perigosos. Especialistas apresentam em *CH* propostas para orientar a ação humana na região e reduzir os impactos ambientais.

Chaves de todos os processos metabólicos que compõem a vida, as proteínas são atualmente as grandes estrelas do meio científico. Conhecer sua estrutura e função é tão importante para os bioquímicos como saber a disposição das engrenagens de um relógio para um relojoeiro. Entre as técnicas disponíveis hoje, a cristalografia com luz síncrotron é a que melhor permite descrever as proteínas, através do preciso posicionamento de cada um de seus átomos. *CH* mostra nesta edição como essa ferramenta pode ajudar a decifrar mais rápido e com maior precisão os segredos dessas ‘vedetes’, abrindo caminho para o desenvolvimento de remédios mais específicos e potentes, além da criação de novas proteínas com funções especiais.

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).
ISSN: 0101-8515

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 Ivanisovich
Secretária de Redação: Valquíria Daher
Editor de Texto: Ricardo Menandro
Setor Internacional: Micheline Nussenzevig
Repórteres: Bianca da Encarnação, Danielle Nogueira e Fernando Paiva
Revisoras: Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Secretária: Theresa Coelho
Colaboraram neste número: Bernardo Esteves, Claudia Amorim, Eliza Muto e Jorge Luiz Calife (reportagem)

ARTE

Diretora de Arte: Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Programação Visual: Claudia Fleury (E-mail: ampersan@uol.com.br)
Computação Gráfica: Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira
Secretária: Luiz Baltar
Iraní 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.
Tel.: (031) 499-2862 e 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: Ricardo Madeira (E-mail: rmadeira@dialdata.com.br)
Supervisora de Operações: Sandra Soares
Contato Comercial: Marcos Martins (E-mail: marconi2@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: Lindalva Gurfield
Produtora: Maria Elisa da C. Santos
Pessoal de Apoio: Luiz Tito de Santana, Pedro P. de Souza, Ailton B. da Silva, Luiz Cláudio Tito, Marly Onorato, Neusa Soares e Flávia de Souza

ASSINATURAS

Gerente de Circulação: Adalgisa Bahrí
Assistente: Maria Lúcia Pereira
Pessoal de Apoio: Francisco R. Neto, Luciene de Azevedo, Selma Azevedo Jesus, Delson Freitas, Márcio de Souza, Eliomar Santana, Sérgio Pessoa e Márcia Silva

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito: Open Publish Soluções Gráficas
Impressão: Gráfica JB S/A
Distribuição em Bancas: Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

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

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

IBZ
INSTITUTO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA

**Araruama: uma lagoa ameaçada 24**

Uma das maiores lagoas costeiras hipersalinas do mundo, a lagoa de Araruama vem tendo seu frágil equilíbrio ambiental ameaçado pela ocupação desordenada de suas margens, em especial por loteamentos para veranistas.

Por Ricardo Coutinho, Paulo Ribeiro, Björn Kjerfve, Bastiaan Knoppers, Dieter Muehe e Jean Louis Valentin

**Mais luz sobre os segredos das proteínas 32**

Para saber em detalhes como atuam as proteínas, chaves de todos os processos que compõem a vida, é preciso conhecer de perto sua estrutura interna, o que está se tornando possível pela técnica da cristalografia com luz síncrotron.

Por Lee Wen Hwa e Igor Polikarpov



Povoamento das Américas: um debate sem fim 40

O debate científico sobre a chegada dos primeiros humanos à América — há 12,5 mil anos, passando da Ásia ao Alaska, segundo a teoria mais aceita — ainda é grande, mas novas teses ganham espaço, embora dependam de provas mais seguras.

Por André Prous



Capa: ilustração de Felipe Eduardo sobre foto de Verônica Wesolowski de Aguiar

O LEITOR PERGUNTA

- Os biodigestores funcionam bem? 4
- Seria possível uma mesma galáxia aparecer aos nossos olhos mais de uma vez, ao mesmo tempo? 4
- O que é o fenômeno da reversão sexual? 5



ENTREVISTA

John Oxford

Pandemias são como vulcões



8

MUNDO DE CIÊNCIA

Luz lenta

19

EM DIA

Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas 46

O urânio nosso de cada dia 48

Os outros alvos do vírus HIV 50

Plantas que curam 53



OPINIÃO

Ponto de ruptura 62

PRIMEIRA LINHA

As simpáticas focas da Antártida 65

Resposta rápida contra a taturana assassina 69

O caos tem prova? 71



RESENHA

Os futuros 'espíritos de porco' 74

MEMÓRIA

A crise de 1929: há 70 anos a economia mundial entrava em colapso 76



CARTAS

80

? Os biodigestores funcionam bem? Qual seu custo? Vale a pena usá-los?

FERNANDO ROBERTO MARTINS, POR E.MAIL

A crise energética dos anos 70, com embargo no fornecimento de petróleo pelos árabes, incentivou a viabilização de fontes alternativas de energia, entre elas o biogás. De sua composição participam o gás metano (50% a 60% em volume) e o gás carbônico, resultantes da fermentação anaeróbica de substratos orgânicos: esterco bovino, equino, suíno ou de aves, vinhaça (subproduto da produção de álcool), bagaço de cana etc.

A fermentação deve ocorrer em recinto fechado, chamado biodigestor, onde a matéria orgânica é diluída em água. Como as bactérias são muito sensíveis à variação de temperatura, os biodigestores são construídos sob o solo, já que a alguns centímetros de profundidade a temperatura varia muito pouco.

Para verificar a vantagem de uso do biogás na cocção de alimentos,

por exemplo, examinemos a seguinte situação: 100 kg de esterco fresco de bovino diluído em 100 l de água formam 200 l de substrato, que irá produzir cerca de 1 m³ de biogás, o equivalente a 0,361 kg de gás de cozinha (GLP). Se o consumo mensal de GLP for um botijão de 13 kg (0,433 kg/dia), será necessário 1,2 m³ de biogás por dia para substituí-lo.

Como o tempo médio de fermentação é da ordem de 50 dias, o substrato preparado só produzirá 0,02 m³ de biogás por dia (1 m³/50 dias). Logo, será preciso um volume 60 vezes maior de substrato (1,2 m³/0,02 m³) para suprir a necessidade de gás, ou 12 m³ de substrato (60 vezes 200 l), o que representa um volume de 13 m³ para o biodigestor (volume do substrato mais o volume do gás produzido), que deverá ter 2,5 m de diâmetro por 2,7 m de altura. Um biodigestor

com essa capacidade custa aproximadamente R\$ 2 mil, o que implica um custo mensal de R\$ 4 em juros (2% ao mês) sobre o custo da construção.

Serão necessários ainda cerca de 20 minutos por dia para abastecer o biodigestor, o que aumenta ligeiramente o custo. Vale lembrar, no entanto, que ele produz também o biofertilizante, que ajuda a reduzir muito o custo do biogás produzido.

Gutemberg Pereira Dias
Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal
de Viçosa/MG



FOTO: PEDRO OSWALDO CRUZ

? Seria possível uma mesma galáxia aparecer aos nossos olhos mais de uma vez, em posições distintas da Terra e ao mesmo tempo?

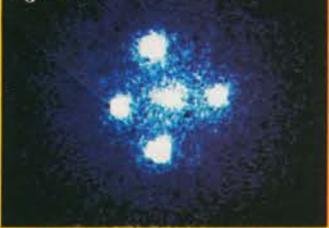
IVO TAMBASCO GUIMARÃES JÚNIOR, POR E.MAIL

A resposta é sim. Mas esse efeito é bastante pequeno, e está relacionado ao fenômeno das 'lentes gravitacionais'. Segundo a teoria da relatividade geral, a existência de massa deforma o espaço-tempo quadridimensional. A teoria diz que o espaço e o tempo não são absolutos,

como se considerava até a época de sua formulação pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955), mas sim relativos, e, na presença de velocidades muito próximas à da luz, os corpos experimentam contrações espaciais e dilatações temporais dependentes entre si. Por isso, não dá para separar o espaço do tempo, e se diz que o universo é quadridimensional (com três coordenadas para o espaço e uma para o tempo).

É fácil imaginar, então, que a deformação causada pela presença de massa será tanto maior quanto maior for a quantidade de matéria. Assim, tais efeitos não são perceptíveis em nossas escalas cotidianas de massas e velocidades. Uma consequência da deformação do espaço-tempo é que a luz tem sua trajetória curvada quando passa por essa deformação. O Sol, por exemplo, é massivo o suficiente para que

figura 1



OBSERVATÓRIO NACIONAL

? O que é o fenômeno da reversão sexual?

ALLYSON COELHO SAMPAIO, OURO PRETO/MG

Os animais vertebrados apresentam o sexo genético e o sexo fisiológico. O sexo genético (XX em fêmeas e XY em machos) é determinado na época da fecundação dos óvulos pelos espermatozoides, pela combinação de metade dos cromossomos sexuais maternos (X) e metade dos cromossomos sexuais paternos (X ou Y). O sexo fisiológico é controlado sobretudo pela ação dos hormônios sexuais masculinos (andrógenos) ou femininos (estrógenos) que induzem vários fenômenos, como diferenciação das gônadas em testículo ou ovário, gametogênese, ovulação, espermição, comportamentos de corte, manifestação de características sexuais secundárias e mudanças morfológicas e fisiológicas durantes a reprodução dos animais.

O fenômeno da reversão ou inversão do sexo nos vertebrados consiste na mudança do sexo fisiológico e não do sexo genético. Um animal revertido é o que apresenta um determinado sexo genético (por exemplo, fêmea XX ou macho XY) e o sexo fisiológico contrário. Quando o animal revertido apresenta o sexo genético de fêmea (XX) e o sexo fisiológico de macho, é chamado de neomacho ou macho revertido, ou ainda de falso macho. Quando o animal apresenta sexo genético de macho (XY) e sexo fisiológico de fêmea, é denominado neofêmea (como em carpas e trutas). Isso ocorre pela administração de dietas com doses adequadas de hormônios sexuais sintéticos. Geralmente os neomachos e neofêmeas são férteis. Dessa forma, para fins comerciais, podem-se cruzar fêmeas genéticas (XX) com neomachos (XX) para a obtenção de estoques só de fêmeas (XX) que, por

apresentarem em geral maior tamanho que os machos, interessam mais aos piscicultores.

Além dos peixes é possível observar reversão sexual em anfíbios (através da administração de hormônios sexuais na água onde são criados os girinos) e em aves doentes.

No caso dos anfíbios (em especial nos sapos), existe um órgão chamado *Bidder*, junto aos testículos, que pode se transformar em ovário funcional três a quatro anos depois de os testículos terem sido removidos. Porém, enquanto uma fêmea normal produz cerca de 8 mil óvulos, um macho 'bideriano' ou neofêmea produz no máximo 1.200 óvulos.

No caso das aves, a gônada direita das fêmeas tem potencialidades testiculares. Sabe-se que galináceos geneticamente fêmeas (ZW), que durante certo tempo de suas vidas puseram ovos, sofreram reversão da gônada direita para testículo funcional e também desenvolveram canto e esporas de galo. Esses fatos ocorreram porque o antigo ovário normal do lado direito foi destruído pela tuberculose aviária. Desse modo, uma ave geneticamente fêmea (ZW) tornou-se um neomacho funcional, ou seja, um galo com constituição genética feminina e não masculina (ZZ).

Silvio de Almeida Toledo-Filho

Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo



os efeitos da deformação na trajetória de um raio de luz sejam perceptíveis. Tal efeito é denominado de 'lente gravitacional', porque as imagens dos objetos que estão por trás do corpo massivo ficam deformadas como se tivesse sido colocada uma lente na posição do corpo. A deformação que o Sol provoca é muito pequena. Mas quando consideramos quantidades ainda muito maiores de matéria, como a matéria contida em aglomerados de galáxias, a deformação chega a até produzir imagens múltiplas de um único objeto por trás da lente (figura 1). Embora em grande parte das vezes seja possível identificar a região que

está sofrendo o efeito de uma lente gravitacional pela presença de imagens completamente distorcidas – normalmente alongadas formando arcos de círculo (figura 2) – em alguns outros casos, as imagens múltiplas podem ser contadas como muitas galáxias, superdimensionando a estimativa do número de galáxias em tal região.

César Caretta

Serviço 'Pergunte a um Astrônomo',
Observatório Nacional / RJ

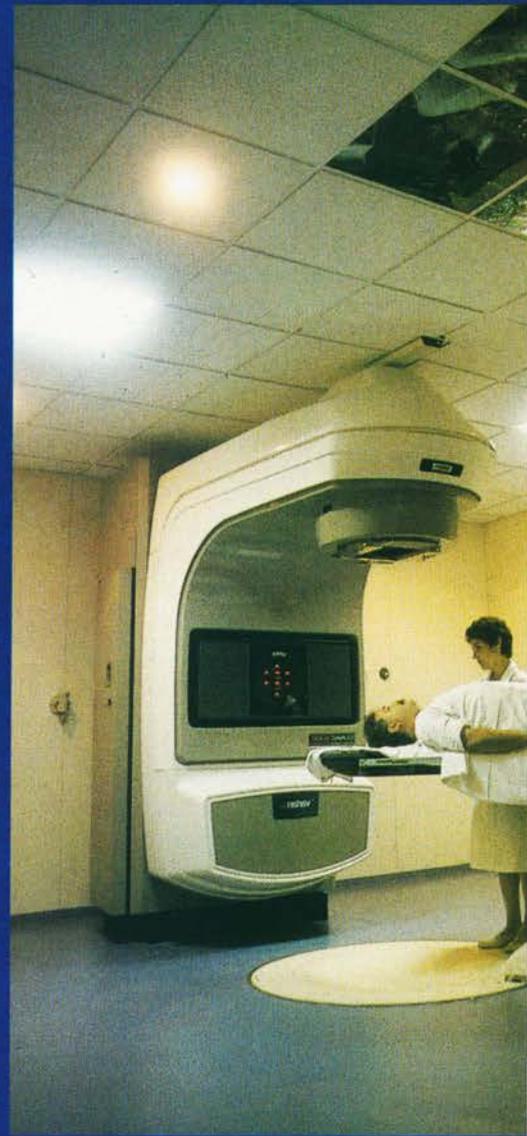


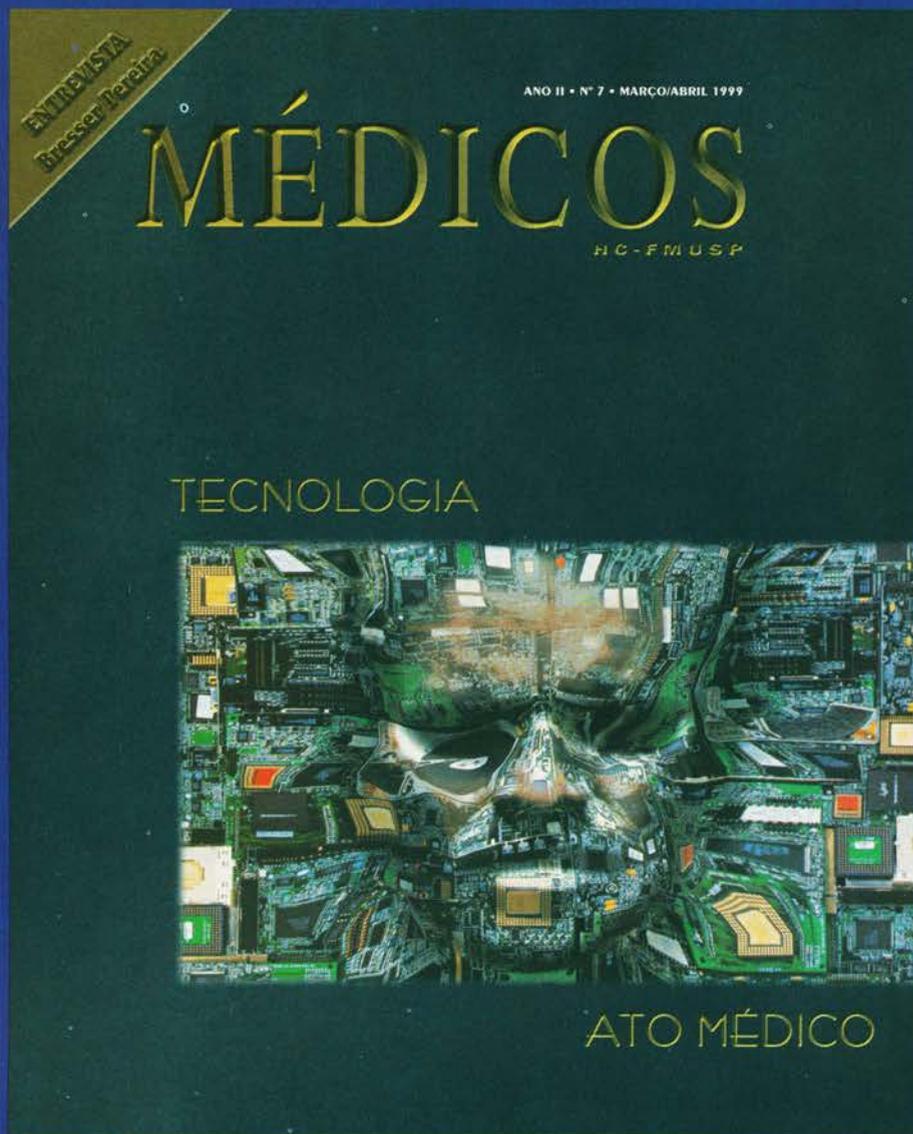
figura 2

CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbcnet.org.br

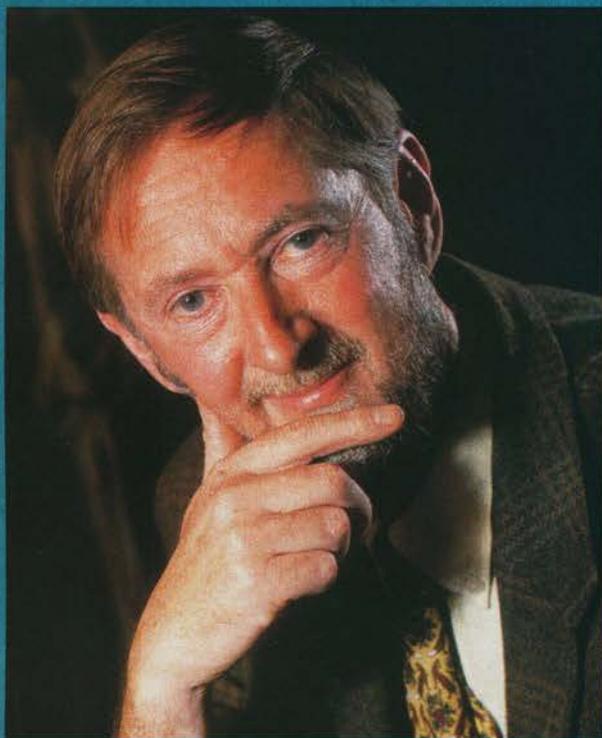




A melhor escola
Medicina de ponta
Uma excelente revista

John Oxford

Pandemias são como vulcões



Em 1918, a chamada gripe espanhola, provocada pelo vírus da influenza, fez dezenas de milhões de vítimas na maior epidemia de alcance global (pandemia) de todos os tempos. As estatísticas mais exageradas chegam a apontar 100 milhões de mortos. Ainda hoje, esse surto atrai o interesse de pesquisadores em todos os continentes. Para o virologista inglês John Oxford, da Royal London School of Medicine and Dentistry, a origem do vírus que o causou é um dos grandes enigmas deste século. Ano passado, ele comandou uma expedição à Noruega que resultou na exumação de sete cadáveres de vítimas da pandemia de 1918.

O resultado da análise genética das amostras de vísceras coletadas por sua equipe poderá fornecer pistas sobre a mutação do vírus e deverá ser útil na prevenção de uma possível nova pandemia. “Um novo surto global não tardará a ocorrer”, prevê o virologista. Ele compara as grandes epidemias a vulcões, que podem entrar em erupção a qualquer momento. Em entrevista concedida a *Ciência Hoje* durante o 9º Encontro Nacional de Virologia, em São Lourenço (MG), John Oxford fez um relato minucioso de sua expedição à Noruega e falou dos riscos de uma nova pandemia.

ENTREVISTA CONCEDIDA A **BERNARDO ESTEVES** (CIÊNCIA HOJE/MG)*

*COLABOROU **MÁRCIA D. WIGG** (INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

O senhor fala do vírus da influenza como “o amor de sua vida”. Quando foi que começou a se interessar por ele?

Quando estudante, fui aluno de Charles Stuart-Harris, da equipe que isolou pela primeira vez o vírus da influenza, em 1933, em Londres. Como Harris era o cientista mais jovem do grupo, ele foi encarregado de trabalhar com os furões, cuja manipulação é muito difícil. Tentava-se infectar esses pequenos mamíferos com o vírus da influenza humana. Um dia finalmente os furões ficaram doentes. Um deles espirrou e contaminou Harris por via nasal. Foi então publicado um trabalho que descrevia o isolamento, pela primeira vez, do vírus em um furão e a sua transmissão desse animal para um ser humano. Por ter sido seu aluno, acho que fui contagiado pelo interesse que ele tinha por esse vírus. Encontrei Stuart-Harris pela primeira vez em 1963, 30 anos após a descoberta do vírus pela sua equipe. Naquele tempo, ele havia formado um grupo de virologistas em Sheffield, ao norte da Inglaterra, para estudar os vírus da influenza, rubéola e pólio, entre outros.

Hoje o senhor se interessa sobretudo pela pandemia de influenza de 1918.

Sim. Acho que todos os virologistas que estudam o vírus da influenza estão interessados nessa pandemia. Veja bem: houve uma pandemia em 1918, outra em 1957 e outra ainda em 1968. E, desde então, nada... Estamos em 1999. Pandemias são como vulcões: sabe-se que eles acabam entrando em erupção, só não se sabe quando. Da mesma forma, sabemos que haverá uma nova pandemia. Mas quando?

Estamos em 1999. Pandemias são como vulcões: sabe-se que eles acabam entrando em erupção, só não se sabe quando. Da mesma forma, sabemos que haverá uma nova pandemia. Mas quando?

O senhor esteve recentemente na Noruega para exumar cadáveres de vítimas da pandemia de 1918...

Esta não foi a primeira vez em que foram exumados corpos de vítimas da pandemia de 1918. A primeira vez foi em 1951. Johan Hultin, um jovem antropólogo que estava trabalhando no Alasca, descobriu uma fossa onde estavam enterrados vários esquimós mortos em 1918. Ele tentou isolar o vírus, sem sucesso. Quando, em 1997, ele leu na *Science* o artigo em que o virologista norte-americano Jeffrey Tautenberg se referia ao uso da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) no estudo de

vírus, ele se deu conta de que deveria retornar ao Alasca, reabrir a fossa e aplicar essa moderna metodologia molecular para isolar o vírus naqueles indivíduos. E assim fez. No dia 19 de agosto de 1998, ele voltou ao Alasca, exumou o cadáver de uma mulher, retirou uma pequena amostra de seu pulmão, e, graças ao emprego da PCR, os americanos conseguiram um sinal positivo para o vírus da influenza. Um mês depois fizemos nossa expedição à Noruega, a terceira.

Como foi organizada essa expedição?

Levamos quatro anos para prepará-la, com cientistas do Canadá, Estados Unidos, Noruega e Inglaterra. Havia na equipe mais três virologistas: Rob Webster, do St. Jukes Hospital (EUA), John Skehel e Rod Daniels, do National Institute for Medical Research (Inglaterra). Havia também a geógrafa canadense Kirsty Duncan, um geólogo, peritos em medicina legal e um grupo de coveiros profissionais. Duncan havia localizado em 1997 as covas de sete mineiros de carvão que morreram de gripe espanhola em 1918. Os corpos estavam enterrados em Longyearbyen, pequeno vilarejo de mil habitantes situado em Svalbard, arquipélago norueguês no Oceano Ártico.

Como foi a exumação dos corpos?

Levamos 14 toneladas de equipamento até o alto da encosta gelada onde estavam as tumbas. Uma vez lá, procedemos como se houvesse riscos de infecção potencial: usamos roupas de proteção, limitamos o contingente durante a exumação e tomamos drogas antivirais. Descobrimos sete caixões

enterrados a pouco mais de meio metro abaixo do solo, o que foi um choque. Isso é provavelmente fruto de um enterro apressado, feito na camada superficial de terra congelada. A morte desses jovens mineiros deve ter sido assustadora para aquela comunidade isolada.

Foi possível colher amostras de tecidos desses mineiros?

Os peritos em medicina legal recolheram amostras de seis dos sete cadáveres. Retornamos ao Reino Unido com amostras de pulmões, rins, baço e cérebro. Elas estão sendo analisadas em um laborató- ▶



Levamos 14 toneladas de equipamento até o alto da encosta gelada onde estavam as tumbas. Uma vez lá, procedemos como se houvesse riscos de infecção potencial: usamos roupas de proteção, limitamos o contingente durante a exumação e tomamos drogas antivirais.

rio de alta segurança em Londres. Saberemos logo se algum vírus da influenza sobreviveu. Em seguida, as amostras serão submetidas a uma sondagem molecular em busca de material genético do vírus e de bactérias. Desvendando o código genético do vírus de 1918, poderíamos abrir novos caminhos na elaboração de drogas contra a influenza.

Que tipo de mutação pode ter causado uma pandemia como a de 1918?

Essa é a razão essencial da exumação, de todo esse estudo. Acreditamos que a mutação esteja no segmento número 4 do genoma viral, que codifica uma proteína da superfície do vírus chamada hemaglutinina (HA), mas não temos certeza. A ciência é exatamente isso: você acredita saber a resposta, mas é preciso fazer o experimento. Os resultados podem nos surpreender. Acho que a questão geográfica é um de seus aspectos mais curiosos. Os sete mineiros de carvão morreram em Svalbard, ao mesmo tempo em que havia gente morrendo no Rio de Janeiro, no Alasca, na Grã-Bretanha e em vários outros lugares. É interessante tomar exemplos de várias localidades diferentes, para checar se as pessoas mortas foram vítimas do mesmo vírus, assim como seria interessante compará-las com vítimas dos anos anteriores: 1917, 16, 15. Temos que procurar amostras. Talvez tenha havido algo muito especial com o vírus de 1918 em comparação com o de 1917 ou de 1921.

Como é possível fazer essa comparação?

Encontrar os corpos desses mineiros foi sem dúvi-

da uma grande descoberta. Eles são verdadeiros documentos históricos. Conseguimos também resgatar cerca de 200 amostras de pulmão de mortos em hospitais londrinos no período de 1916 a 1918 e agora começaremos a procurar nelas RNA do vírus da influenza. Se encontrarmos, será possível comparar o resultado com o obtido no estudo dos mineiros desenterrados na Noruega.

O senhor diria que uma nova pandemia pode ocorrer em breve?

Muito tempo já se passou desde a última pandemia, mais de 30 anos. Isso é um longo período. Acredito que sim, esperamos um novo surto. A maioria dos países desenvolvidos da Europa e da América do Norte já tem planos de atuação em caso de uma nova pandemia, mas há muitos países despreparados. Quanto ao Brasil, nada sei. O que um país pode fazer quando a pandemia começar? Em 1998, a Organização Mundial de Saúde publicou um plano pandêmico, uma espécie de modelo que pode ser ligeiramente modificado para adaptar-se aos diferentes países. Acho essa uma boa idéia.

Uma nova pandemia poderia ter um alcance verdadeiramente global?

Sim. Acredito que haja uma pandemia global, um surto, mas não creio que ele seja tão grande como o de 1918. Hoje nós temos antibióticos. Em 1918, cerca de um terço das vítimas morreram de pneumonia bacteriana, um terço de pneumonia viral e o terço restante, de uma mistura de ambas. Elas se infectavam com o vírus da influenza, mas seus

pulmões eram invadidos por bactérias. Hoje, os antibióticos as combatem com muita eficiência. Também é possível ter havido circunstâncias especiais em 1918. Muitos jovens viviam na Europa em péssimas condições, trabalhando, guerreando, vivendo muito próximos uns dos outros. Os jovens se deslocavam então num ritmo jamais visto anteriormente na história da humanidade. Só a guerra já seria suficiente para propagar amplamente o vírus. Mas com o fim dela, é bom lembrar, todos voltaram para suas casas – alguns levando consigo o vírus da influenza. Há relatos, por exemplo, de soldados que retornaram para a Austrália ou para a África do Sul. O problema geográfico é muito sério. Naquela época, as viagens intercontinentais costumavam durar quatro, seis semanas. Assim, era impossível ter havido surtos virais simultaneamente em todas essas áreas. O vírus deve ter-se propagado despercebidamente antes de 1918, talvez até anos antes, e de repente...

Com a facilidade dos meios de transporte hoje, talvez o risco seja ainda maior...

Sim. Essa é a preocupação, essa foi a preocupação que houve em 1997, quando um vírus dizimou milhares de galinhas em Hong Kong e matou seis pessoas. Imagine que um novo vírus surja em Hong Kong, uma cidade portuária onde há intensa circulação de navios. Quantas pessoas passam diariamente por essa cidade? Com algumas horas de avião, chega-se à Europa, à América, à Austrália, a todo o mundo. Isso é preocupante. Mas talvez não seja apenas isso. O surto de Hong Kong foi peque-

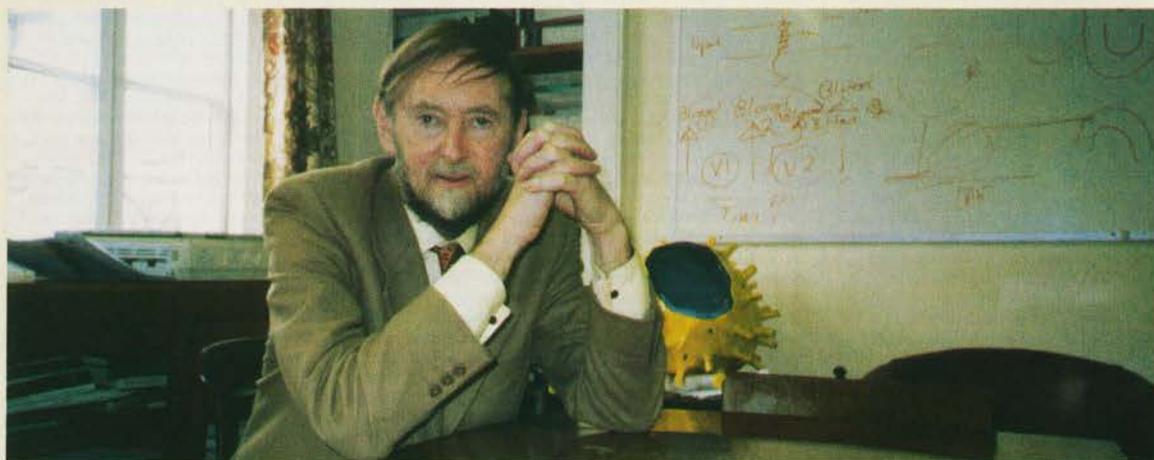
no, passou rapidamente, não podendo ser comparado com o de 1918. Mas é exatamente por isso que estamos interessados em entender melhor a pandemia de 1918. Talvez haja algo sob a superfície. Um vírus pode estar se propagando silenciosamente, sem que o percebamos.

Há alguns anos, houve um certo temor de que a epidemia africana do Ebola se globalizasse...

O caso do Ebola é muito diferente. Por ser muito lábil, esse vírus é de difícil propagação. Para que uma pessoa sadia o contraia, é preciso que ela esteja muito próxima de alguém doente. A doença provocada pelo Ebola é mais letal, pantropical, e afeta todos os órgãos do corpo. A influenza, mais infecciosa, concentra sua ação no aparelho respiratório. É perigoso fazer comparações entre esses vírus. Potencialmente, o vírus da influenza é mais ameaçador. Todos os anos, há vítimas fatais em todo o mundo.

O senhor está envolvido também em pesquisas com o HIV?

Minha equipe em Londres tem dois interesses principais: influenza e HIV. Esses vírus são bastante similares, considerando a alta frequência de mutação que ocorre em ambos. Não é uma incoerência interessar-se por esses dois vírus simultaneamente. Podemos aplicar ao HIV a experiência adquirida no estudo da influenza. Vale lembrar que, quando a epidemia de HIV começou, metade dos virologistas que trabalhavam com o vírus da influenza abandonaram suas pesquisas para trabalhar com o ▶



No Brasil, pude visitar algumas favelas e vi que elas são uma oportunidade fantástica para os vírus. A alta densidade populacional permite que eles se multipliquem e sobrevivam com facilidade

HIV. Uma das razões disso é que havia mais dinheiro para as pesquisas voltadas para o estudo do vírus da Aids.

A seu ver, quais serão os maiores desafios da virologia no próximo século?

Acredito que haverá desafios para todos, inclusive para vocês brasileiros. No Brasil, pude visitar algumas favelas e vi que elas são uma oportunidade fantástica para os vírus. A alta densidade populacional permite que eles se multipliquem e sobrevivam com facilidade. Como as favelas são populosas e as pessoas estão muito próximas umas das outras, estão criadas as condições essenciais para a propagação de um vírus como o da influenza. Mas todos nós teremos problemas, pois há cada vez mais pessoas movendo-se, comunicando-se. Talvez haja um ambiente continuamente favorável para os vírus. Suponho que uma intervenção tradicional possa conter a expansão de vírus em reservas de água, por exemplo. Já vírus transmitidos por via oral ou sexual são mais difíceis de serem contidos. Seja no Brasil, na Inglaterra ou em qualquer outro país. HIV, hepatite B, influenza são vírus muito especiais, pois espalham-se pelo mundo todo, sobretudo por cau-

sa do tráfego aéreo. Você pode estar hoje no Rio de Janeiro e amanhã em Londres e levar consigo o vírus para onde quer que vá.

O senhor considera especialmente alarmante o futuro dos países subdesenvolvidos diante de vírus como o da influenza?

O problema das favelas é muito sério. Comparo-as a certas comunidades inglesas do século passado, em que as pessoas viviam e trabalhavam muito próximas umas das outras, permitindo que os vírus se propagassem. Comunidades densas são muito perigosas, pois oferecem aos vírus oportunidades que eles certamente não deixarão escapar. Por outro lado, enxergando um aspecto mais otimista, há mais vacinas hoje. Alguns países podem vacinar até populações inteiras. No entanto, acredito que no futuro haverá mais infecções, apesar das drogas e vacinas que ajudarão a combatê-las. Não seremos completamente saudáveis. Cada comunidade deve definir que ações são prioritárias, e espero que os políticos tenham consciência da importância do problema. Se não houver recursos suficientes para tomar amplas medidas saneadoras, pelo menos o combate às doenças infecciosas deve ser contínuo. ■



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* (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 por um 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* 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: **Acre** (Reginaldo F. Castela). CP 491. CEP 69908-970, Rio Branco/AC. Tel.: (068) 229-2244 r. 127. aspf96@mdnet.com.br; **Amazonas** (Vandick da Silva Batista). Rua Nelson Batista Sales, 54 Conj. Petro Coroado III. CEP 69083-120, Manaus/AM. Tel.: (092) 644-2802. sbpc@fua.br/vandick@cr-am.rnp.br; **Bahia** (Caio Mário Castro de Castilho). Rua Cristiano Ottoni, 26/801. CEP 40210-155, Salvador/BA. Tel.: (071) 247-2033. caio@ufba.br; **Ceará** (Tarcísio Haroldo Pequeno). Bloco 910 - Campus do PICI, Depto. de Computação. CEP 60455-760, Fortaleza/CE. Tel.: (085) 219-3190 e (085) 983-4419; **Distrito Federal** (Danilo Nolasco Cortes Marinho). UnB, Colina, Bloco J/ap. 303, Campus Universitário. CEP 70910-900, Brasília/DF. Tel.: (061) 348-2389. nolasco@unb.br; **Espírito Santo** (Luiz Carlos Schenberg). Av. N. Sra. da Penha, 2.432/605 NG - CEP 2.9040-402, Vitória/ES. Tel.: (027) 335.7332. schenber@tropical.com.br; **Goiás** (Romão da Cunha Nunes). Depto. de Produção Animal - Esc. Veterinária - UFG. CEP 74001-970, Goiânia/GO. Tel.: (062) 821.1592; **Maranhão** (Luiz Alves Ferreira). Pça. da Madre Deus, 2 - Depto. Patologia - UFMA - Pavilhão Pedagógico. CEP 65025-560, São Luís/MA. Tel.: (098) 232.3837. luizferreira@elo.com.br; **Mato Grosso** (Miramy Macedo). R. Antonio Maria, 444, Centro. CEP 78020-820, Cuiabá/MT. Tel.: (065) 315.8268. miramy@nutecnet.com.br; **Mato Grosso do Sul** (Odilar Costa Rondon). CCET - CP 549. CEP 79070-900, Campo Grande/MS. Tel.: (067) 787.2124. **Minas Gerais** (Janetti Nogueira de Francischi). Av. Antonio Carlos, 6.627, Campus da Pampulha, CEP 31270-910, Belo Horizonte/MG. Tels.: (031) 499.2533/2722/2705. e-mail: sbpc@mono.icb.ufmg.br; **Paraíba** (Elizabete Cristina de Araújo). R. Nilda de Queiroz Neves, 130, Bela Vista. CEP 58108-670, Campina Grande/PB. Tel.: (083) 341.2553. mario@dee.ufpb.br; **Paraná** (Euclides Fontoura da Silva Junior) - CP 19071. CEP 81531-990, Curitiba/PR. Tel.: (041) 366.3144 - R. 232. efontour@garoupa.bio.ufpr.br; **Pernambuco** (José Antonio A. da Silva). Rua Quipapa, 537. CEP 50800-080, Recife/PE. Tel.: (081) 441.4577 r. 423. aleixo@elogica.com.br; **Rio de Janeiro** (Aduino José Gonçalves de Araújo). Rua Leopoldo Bulhões, 1.480-3º andar, Manginhos. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel.: (021) 590.3789 - r. 2.087. adauto@ensp.fiocruz.br; **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Souza Moreira). CP 1511. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel.: (084) 215.3409. Imoreira@cb.ufrrn.br; **Rio Grande do Sul** (Carlos Alexandre Neto). UFRGS - Bioquímica, Campus Universitário. CEP 90046-900, Porto Alegre/RS. Tel.: (051) 316.5577. alexneto@vortex.ufrgs.br; **Rondônia** (Célio José Borges). R. Pe. Agostinho, casa 13, quadra 20, Conj. Santo Antônio, CP 460. CEP 78904-420, Porto Velho/RO. Tel.: (069) 216.8558; **Santa Catarina** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86 - apt. 601 F. CEP 88015-300, Florianópolis/SC. Tel.: (048) 331.9588. sbpcsc@cfh.ufsc.br; **São Paulo** subárea 1 (Marília Cardoso Smith). R. Baltazar da Veiga, 501, apt. 12. CEP 04510-001, São Paulo/SP. Tel.: (011) 576-4260. macsmith.morf@epm.br; subárea 2 (Dértia Villalba Freire-Maia). R. Vitória Régia, 180, V. dos Médicos. CEP 18607-070, Botucatu/SP. Tel.: (014) 822.0461. dertia@laser.com.br; subárea 3 (Maria Ines Tiraboschi Ferro). Av. José Adriano A. Martins, 210. CEP 14870-000, Jaboatão/SP. Tel.: (016) 323.2500. mitferro@fcav.unesp.br; **Sergipe** (Antônio Ponciano Bezerra). Av. Francisco Moreira, 650/103 - Edif. Port Spain. CEP 49020-120, Aracaju/SE. Tel.: (079) 241.2848.

SECCIONAIS: **Maringá** (Paulo César de Freitas Mathias). Depto. de Biologia e Genética, Av. Colombo, 3.690. CEP 87020-900, Maringá/PR. Tel.: (044) 261.4040. pmathias@uem.br; **Pelotas** (Fernando Irajá Felix Carvalho). R. Barão de Butuí, 281/601. CEP 96010-330, Pelotas/RS. Tel.: (0532) 75-7262. barbieri@ufpel.tche.br; **Rio Grande** (Sírio Lopez Velasco). Av. Tramandaí, 2.468, Cassino. CEP 96207-330, Rio Grande/RS. Tel.: (0532) 30-1400. dercsirio@super.furg.br; **Santa Maria** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86/601, fundos. CEP 88015-300, Santa Maria/RS. Tel.: (055) 220-8737. eduterra@ce.ufsm.br; **Santos** (Cláudio Rocha Brito). R. Dr. Epitácio Pessoa, 248/33. CEP 11045-300, Santos/SP. Tel.: (013) 250-5555 r. 808. cdrbrito@unisantos.com.br

a p e r f e i ç o a m e n t o

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 UERJ

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Mestrado (M) e Doutorado (D)

Ciências Contábeis (M), Ciências Sociais (M/D), Direito (M/D), Filosofia (M/D), História (M) e Serviço Social (M)

Especialização

Direito - Direito Especial da Criança e do Adolescente; 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 TECNOLOGIA E CIÊNCIAS

Mestrado (M) e Doutorado (D)

Análise de Bacias: Formação, Preenchimento e Tectônica Modificadora (M), Física (M), Modelagem Computacional (M/D)

Especialização

Química - Química Ambiental e Polímeros

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

CENTRO BIOMÉDICO

Mestrado (M) e Doutorado (D)

Biologia (M/D), Morfologia (M), Enfermagem (M), Medicina - Cardiologia (M), Endocrinologia (M), Nefrologia (M), Urologia (M), Fisiopatologia Clínica e Experimental (M), Microbiologia (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 Bucal-Maxilo-Facial; Dentística Restauradora; Endodontia; Odontopediatria; Ortodontia; Periodontia e Prótese Dental

CENTRO DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES

Mestrado (M) e Doutorado (D)

Ciências do Desporto (M), Educação (M), Letras (M/D), Psicologia (M), Psicanálise (M)

Especialização

Baixada Fluminense - Metodologia do Ensino de 1º e 2º graus

Educação - Educação na Área de Administração e Planejamento e na Área de Supervisão e 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; Lingüística; Literatura Brasileira; Literatura Portuguesa; Literaturas de Língua Inglesa; Teoria da Literatura; Língua Francesa-Tradução; Língua Latina

Psicologia - Psicopedagogia; Psicologia Jurídica e Clínica Psicanalítica



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro

Informações: 587-7488, depg@uerj.br, http://www.uerj.br

P
U
C
/
S
P

Pós Graduação

"Strictu Sensu"

Entre as melhores Universidades particulares do País, segundo a avaliação da Capes

Mestrado

Ciências Contábeis - Ciências da Religião - Educação Matemática*
Filosofia - Fonoaudiologia - Gerontologia - História da Ciência
Língua Portuguesa - Psicologia Experimental : Análise do Comportamento

Mestrado e Doutorado

Comunicação e Semiótica - Direito - Educação : História, Política, Sociedade - História
Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem - Psicologia Clínica - Serviço Social

Doutorado

Ciências Sociais

Inscrições até 14 de Maio de 1999

Informações: Secretária de Pós-Graduação da PUC/SP
R. Ministro Godoi, 969 - 4º andar - Sala 4E/04 - Perdizes - São Paulo - SP - CEP 05015-901
Tel: (011) 3670-8400 - Fax: (011) 3670-8509
Http://cogea.pucsp.br/pos/pos.html
e-mail: posecret@exatas.pucsp.br

(*) Campus Marquês de Paranaguá - Secretária de Pós-Graduação - R. Marquês de Paranaguá, 111 - Consolação
São Paulo - SP - CEP 01303-050 - Tel: (011) 256-1622 r. 202 - Atendimento: das 10h30 às 12h00e das 13h30 às 17h30

P
U
C
/
S
P

[**Stricto Sensus**] na **Metodista**

Por que você precisa de uma **qualificação superior.**

		Informações
[• Ciências da Religião]	Mestrado e Doutorado	(011) 4366.5559
[• Educação]	Mestrado NOVO	(011) 4366.5549
[• Psicologia]	Mestrado e Doutorado NOVO	(011) 4366.5561

Inscrições: de 01 a 19 junho 99

Prepare-se para o ano 2000. Em outubro, seleção para:

Administração - Mestrado
Comunicação Social - Mestrado e Doutorado
Odontologia - Mestrado



**Universidade METODISTA
de São Paulo**

DESDE 1942

Rua do Sacramento, 230 • Rudge Ramos • São Bernardo do Campo • SP
CEP 09735-460 • marketing@umesp.com.br • www.umesp.com.br

Cursos de Pós-Graduação Especialização em andamento

- ▶ ALFABETIZAÇÃO
- ▶ ADMINISTRAÇÃO SERVIÇOS DE ENFERMAGEM
- ▶ A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO E O ENSINO DA CIÊNCIA - Física
- ▶ ARTE-EDUCAÇÃO
- ▶ AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
- ▶ BASES DO DIREITO ATUAL
- ▶ CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
- ▶ CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
- ▶ CONTABILIDADE
- ▶ CONTROLADORIA
- ▶ DIREITO CIVIL - Contratos e Responsabilidade Civil
- ▶ EDUCAÇÃO MUSICAL
- ▶ ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO
- ▶ GESTÃO ESTRATÉGICA EMPRESARIAL
- ▶ INFORMÁTICA APLICADA À EDUCAÇÃO
- ▶ LEITURA: TEORIA E PRÁTICA
- ▶ LINGÜÍSTICA APLICADA AO ENSINO DA LINGUA ESTRANGEIRA
- ▶ MATEMÁTICA
- ▶ METODOLOGIA DO ENSINO RELIGIOSO - ITEPA
- ▶ ORTODONTIA
- ▶ POLÍCIA COMUNITÁRIA
- ▶ PRÓTESE DENTÁRIA
- ▶ PSICOPEDAGOGIA
- ▶ RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA
- ▶ SUPERVISÃO ESCOLAR E ORIENTAÇÃO EDUCACIONAL

Cursos de Especialização Inscrições Abertas

- ▶ CIÊNCIA E TÉCNICA DO DESPORTO
- ▶ EDUCAÇÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA
- ▶ ENGENHARIA AMBIENTAL
- ▶ GESTÃO ESTRATÉGICA EMPRESARIAL
- ▶ INFORMÁTICA APLICADA À EDUCAÇÃO
- ▶ SUPERVISÃO ESCOLAR
- ▶ TEATRO-EDUCAÇÃO

Informações:
Divisão de Pós-Graduação
Fone: (054) 316-8372
E-mail: divpos@upf.tche.br



Vice-Reitoria
de Pesquisa e
Pós-Graduação

ESPECIALIZAÇÃO

O caminho do aperfeiçoamento

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 desafios 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 melho-

LIZAÇÃO

coamento profissional

res 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.

Universidade Santa Cecília
Pós - Graduação



Lato Sensu

Avaliação e Perícia em Engenharia
Computação e Sistemas Digitais

Controle e Gestão Ambiental

Engenharia de Segurança no Trabalho
Tecnologias de Comunicação na Educação
Gestão Integrada do Trânsito

Logística

Criação Teatral

Stricto Sensu

Engenharia Elétrica

Engenharia Mecânica

Rua Oswaldo Cruz, 255 - Santos - SP
Central de Informações: (013) 220.7101
www.stceclia.br

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Núcleo de Pesquisa de Novas Tecnologias de
Comunicação Aplicadas à Educação

ESCOLA DO FUTURO



Cursos da Capacitação Profissional
em Informática Educacional

R. Maria Antonia, 294 - Fone: 259-3447
e-mail: capacita@futuro.usp.br
<http://www.futuro.usp.br>

especialista em diversidade



Informática, idiomas, hotelaria, turismo e meio ambiente. Saúde, educação, negócios, administração e varejo. Moda, beleza, estética, cosmetologia e design de interiores. Fotografia, jornalismo, propaganda, rádio, TV e cinema.

Em todas as áreas do conhecimento aplicado ao trabalho, o SENAC-SP tem a resposta adequada, com programas educacionais que vão do treinamento básico aos cursos superiores e de pós-graduação. São 53 unidades – entre elas o Grande Hotel Campos do Jordão e o Grande Hotel São Pedro, hotéis-escola SENAC – e uma experiência de mais de meio século que chega a todo o país, com a elogiada programação da TV SENAC São Paulo e a premiada produção da Editora SENAC São Paulo.

SENAC-SP: diversidade com especialização, apoiando o desenvolvimento das pessoas e das organizações.



CONHECIMENTO EM
COMÉRCIO E SERVIÇOS

www.sp.senac.br

(011) 236-2000

Luz lenta

A velocidade da luz no vácuo, uma das constantes fundamentais da natureza, é de 300 mil km/s. Em um segundo, a luz viaja quase da Terra à Lua. Agora, estudo publicado na revista *Nature* (v. 397, p. 594) relata um experimento de transmissão de luz através de um meio material com velocidade cerca de 20 milhões de vezes menor, percorrendo em um segundo não mais que o tamanho de uma quadra de futebol de salão.

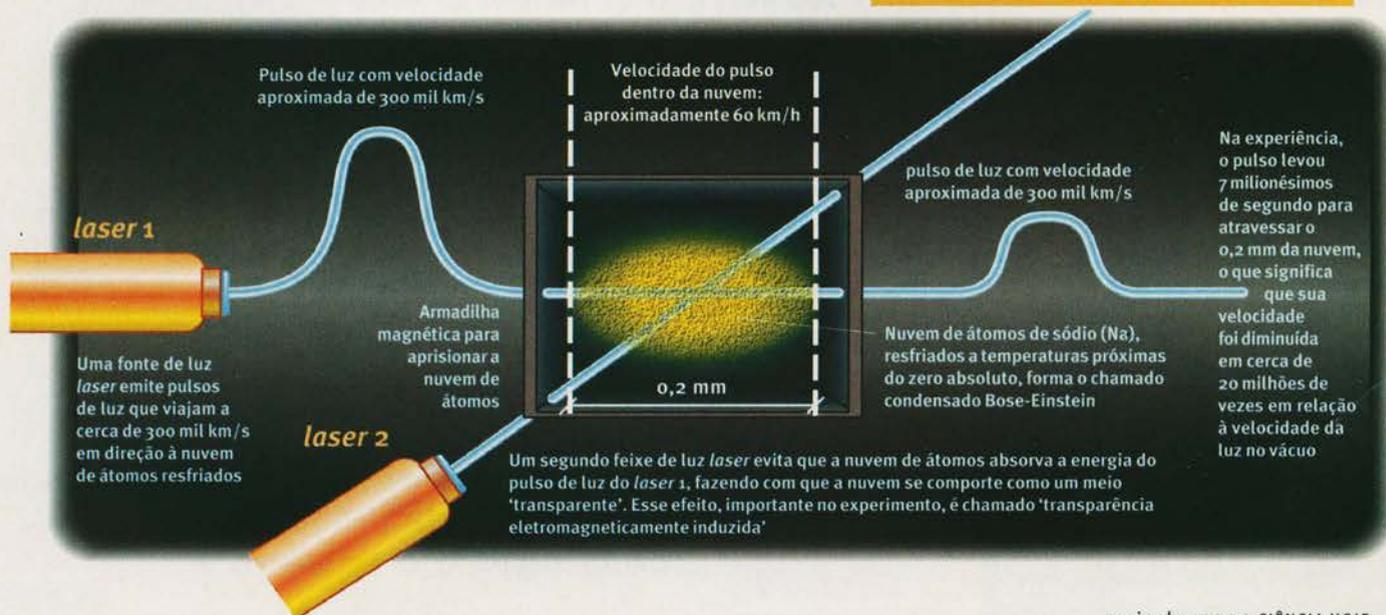
Os autores dessa proeza são os físicos Lene Hau, Zachary Dutton e Cyrus Behroozi, do Rowland Institute for Science (Massachusetts), e Steve Harris, da Universidade de Stanford (Califórnia). Mas como isso foi feito?

Foram transmitidos pulsos (*flashes*) de luz *laser* ultracurtos, com duração de alguns milionésimos de segundo. A velocidade com que um pulso se propaga através de um meio, chamada 'velocidade

de grupo', pode diferir bastante da 'velocidade de fase', associada a uma onda puramente oscilatória: é o que acontece nesse caso.

A velocidade de fase da luz em um meio material é em geral menor do que no vácuo, por um fator denominado 'índice de refração' do meio. Esse fator varia com o comprimento de onda da luz. Assim, os diferentes comprimentos de onda (cores) de que é composta a luz branca refratam-

Como foi o experimento



se de forma distinta em um prisma, abrindo-se em um leque: o espectro luminoso.

Um pulso de luz também é composto de diferentes comprimentos de onda. Cada qual viaja em um meio com sua própria velocidade de fase, levando o pulso como um todo a se propagar com a velocidade de grupo. Esse efeito pode ser observado em ondas na superfície de um lago profundo (nesse caso, a velocidade de grupo é a metade da velocidade de fase). Assim, quando se deixa cair nele uma pedra, produz-se um pulso cuja frente circular vai se espalhando sobre a superfície com a velocidade de grupo. Cada onda puramente oscilatória que compõe esse pulso viaja mais rápido, com a velocidade de fase. Tais ondas podem ser vistas nascendo constantemente na sua retaguarda e sumindo ao atingir a frente do pulso.

Quanto mais rápida é a taxa de variação da velocidade de fase com o comprimento de onda, maior a diferença entre esta e a velocidade de grupo. A extrema lentidão observada no experimento de Hau e seus colaboradores foi obtida graças a uma taxa de variação extremamente rápida da velocidade de fase, decorrente de um efeito de ressonância na interação da luz com os átomos do meio. Tal efeito retarda a propagação da luz, que permanece por algum tempo na vizinhança do átomo com o qual interage.

Normalmente, porém, as ressonâncias levam à absorção da luz pelo meio, dissipando-a em forma de calor (agitação térmica dos átomos). Os experimentadores utilizaram um efeito oposto, conhecido como 'transparência eletromagneticamente induzida', que torna o meio totalmente transparente à luz dentro de uma faixa ressonante muito estreita de comprimentos de onda, embora absorva fortemente fora dela.

A origem dessa transparência

é um sutil efeito quântico. O meio é submetido a outro feixe de luz *laser* (em direção perpendicular à dos pulsos), cujo efeito sobre os átomos é, através de uma interferência quântica, cancelar a absorção na região ressonante, produzindo o que se chama de 'estado escuro' do átomo: este fica impedido de absorver luz na região ressonante. Em vez de dissipar-se, a luz do pulso fica armazenada por algum tempo no 'átomo vestido', nome dado à combinação do átomo com a luz do segundo feixe de *laser* (perpendicular à propagação) em que está imerso. Na ausência desse feixe, o meio seria totalmente opaco.

Para maximizar o efeito de interferência quântica, é preciso reduzir a agitação térmica dos átomos. O meio material utilizado foi um condensado de Bose (ver 'A condensação de Bose-Einstein', em *CH* nº 111) de átomos de sódio, resfriados a temperaturas de algumas centenas de nK (bilionésimos de graus Kelvin, algo muito próximo do zero absoluto). No condensado, todos os átomos estão no mesmo estado quântico – o 'estado escuro'. Nesse meio, o valor mais baixo atingido para a velocidade de propagação dos pulsos de luz *laser* foi de 17 m/s.

Foi também observado que o índice de refração do meio, nas condições do experimento, tem uma forte componente não-linear, que o faz variar com a intensidade da luz. A não-linearidade é cerca de um milhão de vezes mais forte do que seu valor típico. Esse resultado poderá ter implicações importantes, tanto em comunicações e computação óptica quanto em experimentos sobre princípios fundamentais da física quântica.

H. Moysés Nussenzveig

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro



CABELO PODE SER INDÍCIO DE CÂNCER DE MAMA

Amostras de pêlos ou cabelos podem ser usadas no diagnóstico do câncer de mama, afirmam cientistas da Universidade de New South Wales, em Sídney, do Hospital Saint George, em Kougarah (Austrália), do Instituto de Tecnologia do Illinois, em Chicago (EUA) e da Escola de Engenharia de Tóquio (Japão). A análise das fibras do cabelo, por difração de raios X com radiação síncrotron, mostrou que os pacientes com câncer de mama apresentam uma estrutura intramolecular em seus pêlos e cabelos diferente da de pessoas saudáveis. Essa alteração também foi detectada em fios do púbis e do couro cabeludo de mulheres com mutação no gene BRCA1 (associado a alto risco de câncer de mama). Os autores do estudo propõem que a análise do cabelo, por simples e não invasiva, seja usada como método de investigação da doença.

Nature, 4/3/99

ASTRONOMIA

ÁGUA EM MARTE

Pela primeira vez, conseguiu-se uma evidência segura de que houve escoamento de água na superfície de Marte durante períodos de tempo muito longos, talvez milhões de anos. As imagens, obtidas pela sonda espacial *Mars Global Surveyor* durante o último ano, mostram inúmeros canais secos, com aparência característica de um escoamento persistente de água, e não de inundações esporádicas, outra hipótese proposta anteriormente. As imagens também indicam que a água que escoava nesses canais veio de reservatórios subterrâneos, provavelmente congelados, que poderiam ter derretido por atividade vulcânica. Se os canais fossem provenientes de chuvas, eles teriam inúmeros pequenos afluentes, mas esses não foram observados.

Nature, 18/2/99

A APROXIMAÇÃO DOS ASTERÓIDES

Pesquisadores da Universidade de Trieste (Itália) e da Universidade Charles, de Praga (República Tcheca), propuseram uma explicação para a tendência de pequenos asteróides se aproximarem da Terra. Apesar de a maior parte dos asteróides ser encontrada entre as órbitas de Marte e de Júpiter, alguns deles aproximam-se ocasionalmente dos planetas mais internos do sistema solar, inclusive a Terra. Uma explicação para esse fenômeno pode ser a existência de áreas especiais, chamadas zonas de ressonância, onde a força gravitacional de Júpiter

perturba as órbitas dos asteróides, aproximando-as dos planetas mais internos. Mas, embora numerosas, essas zonas são muito estreitas, tornando esse efeito mais improvável.

A explicação dada agora pelos pesquisadores baseia-se em outro efeito, descoberto em 1900 pelo engenheiro polonês Ivan Osipovich Yarkovsky. Um asteróide em rotação em torno de seu eixo absorve e reemite energia solar, mas as partes da superfície do asteróide expostas à luz solar por mais tempo ficam mais quentes, irradiando mais energia. Devido



a essa emissão desigual, o asteróide sofre um recuo, como um foguete ao emitir um jato de gás. Embora muito pequeno, o efeito Yarkovsky, agindo durante períodos de 10 milhões a 1 bilhão de anos, pode deslocar uma órbita de milhões de quilômetros, explicando como, em combinação com as ressonâncias, o asteróide penetra na região mais interna do sistema solar.

Science, 5/3/99

BRILHO EM ÁGUAS PROFUNDAS

A pesquisadora Edith A. Widder e seus colaboradores, do Instituto Oceanográfico de Fort Pierce, na Flórida (EUA), e da Universidade Wesleyan de Illinois (EUA), surpreenderam-se ao descobrir uma luz cintilante em águas profundas ao leste dos Estados Unidos, proveniente de um polvo. Alguns moluscos e lulas podem apresentar órgãos que emitem luz, mas até agora só eram conhecidas fêmeas de duas espécies de polvos que produziam anéis brilhantes ao redor da boca, antes de acasalar.

Os cientistas identificaram uma luz verde-azulada emitida das ventosas do *Stauroteuthis syrtensis*, polvo de águas profundas. Eles acreditam que os órgãos emissores de luz tenham resultado da evolução das vento-

sas que desenvolveram a capacidade de brilhar, talvez para atrair pequenos crustáceos com os quais se alimentam. As espécies que vivem em águas profundas são atraídas pela matéria fecal luminescente proveniente dos crustáceos das águas mais superficiais, nutridos com micróbios que geram luz.

Estudar a evolução de fontes de luz em animais tem sido difícil, porque não existem fósseis bioluminescentes. A descoberta sugere que podem haver outros polvos luminescentes, mas encontrá-los não é fácil porque depende de observações de espécies que vivem em águas profundas.

Nature, 11/3/99

VACINA CONTRA A GRIPE É EFICAZ

A equipe de James A. Wilde, da Escola Médica da Georgia, em Augusta (EUA), acompanhou, em hospitais de Baltimore, 264 profissionais de saúde com idade média de 28,4 anos, jovens, saudáveis e sem problemas crônicos, para medir a eficácia da vacina contra a gripe. É o primeiro teste feito ao acaso, com grupo-controle, que avalia os efeitos da vacina durante um período de epidemias sucessivas.

Os pesquisadores observaram que a eficácia da vacina foi de cerca de 88% e 89% na prevenção dos dois tipos mais comuns de gripe. Os profissionais que receberam a vacina durante dois surtos seguidos de gripe, ou que a receberam pela primeira vez, tiveram uma taxa de infecção bem menor, de 2,3% e 1,5% respectivamente, em comparação com os grupos de controle que apresentaram taxas de 15% e 13,6% respectivamente.

The Journal of the American Medical Association, 10/3/99



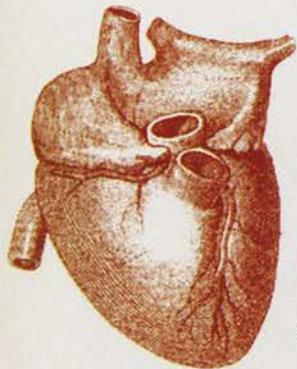
IMUNOLOGIA

O DISFARCE DAS BACTÉRIAS NO ATAQUE AO CORAÇÃO

Pesquisadores liderados pelo imunologista Josef Penninger, do Instituto Amgen da Universidade de Toronto (Canadá), demonstraram como as bactérias do gênero *Chlamydia* provocam doenças cardíacas. Estudos anteriores já haviam relacionado infecções bacterianas a doenças cardiovasculares e provado que o uso de antibióticos pode reduzir o risco cardíaco, mas o mecanismo da infecção era desconhecido. Segundo o estudo de Penninger, a *Chlamydia* fabrica um peptídeo que imita uma porção de uma proteína do músculo cardíaco, possivelmente como um disfarce, para evitar ser atacada pelo sistema imunológico. Mas, essa estratégia acaba levando o sistema imunológico a atacar,

por engano, o próprio organismo. A equipe canadense mostrou que uma injeção de peptídeos da *Chlamydia* em ratos provoca inflamações cardíacas. Como infecções por *Chlamydia* são muito comuns, um tratamento preventivo com antibióticos poderia ser usado para reduzir os riscos cardíacos.

Science, 26/2/99



GENÉTICA

OS RESPONSÁVEIS PELO SABOR

Duas novas proteínas da superfície de células da língua que podem ser responsáveis por sensações de sabor foram identificadas por cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas Dentais e Craniofaciais, em Bethesda (EUA), e do Instituto Médico Howard Hughes, da Universidade da Califórnia, em San Diego, (EUA). O paladar é o menos compreendido dos cinco sentidos. Cinco sabores principais podem ser reconhecidos – doce, azedo, amargo, salgado e o gosto do glutamato monossódico (um tipo de tempero). Este último é o único cujo receptor havia sido identificado em 1996.

As equipes norte-americanas descobriram agora dois genes, TR1 e TR2, que codificam proteínas localizadas nas papilas gustativas, isto é, nos sítios da superfície das células da língua onde se acredita que o gosto de uma substância é detectado.

Pela distribuição das duas proteínas na língua, os pesquisadores acreditam que TR1 codifique um receptor dos sabores doces e TR2, dos sabores amargos.

Cell, 19/2/99



GENÉTICA

ASAS QUE VIRAM PATAS

Os cientistas Malcolm Logan e Clifford J. Tabin, da Universidade de Harvard (EUA), estudaram quais genes controlam o desenvolvimento diferenciado dos membros dianteiros e traseiros de aves. De uma maneira geral, esses genes são semelhantes, mas partindo de embriões de aves, os pesquisadores identificaram um gene chamado *Pitx1*, que é expressado no desen-

volvimento dos membros inferiores, mas não no dos superiores. Injetando um vírus geneticamente modificado com o *Pitx1* na região onde a asa deveria normalmente se desenvolver, a proteína expressou outros marcadores genéticos característicos de membros inferiores (patas). A identificação de outros genes dessa região poderá explicar o mecanismo pelo qual aspectos comuns dos membros



são modificados para produzir formas específicas de determinado tipo de membro.

Science, 12/3/99

A lagoa de Araruama, no centro do estado do Rio de Janeiro, é uma das maiores lagunas costeiras hipersalinas do mundo. A alta salinidade a torna um ambiente peculiar, mas também problemático.

O frágil equilíbrio ambiental é ameaçado pela ocupação desordenada das áreas em torno, em especial por loteamentos destinados a veranistas. Por três anos, pesquisadores estudaram os processos físicos, ecológicos, biogeoquímicos e socioeconômicos que afetam a lagoa, reunindo informações que podem ajudar a orientar a ocupação humana e a reduzir os impactos ambientais.

Ricardo Coutinho,
Paulo Ribeiro,

Centro de Estudos e Projetos Ambientais

Björn Kjerfve,

Bastiaan Knoppers,

Universidade Federal Fluminense

Dieter Muehe e

Jean Louis Valentin

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Araruama

Situada no litoral fluminense, perto de Cabo Frio, a cerca de 100 km da cidade do Rio de Janeiro, a lagoa de Araruama tem área de 210 km² e uma característica especial: apresenta salinidade em torno de 52%, uma vez e meia a do oceano. Muitas lagunas do litoral brasileiro são maiores que a de Araruama, mas em nenhuma outra desse tamanho o teor de sal é tão alto. A causa está na elevada evaporação, no baixo índice de chuvas e na pequena descarga de água doce na lagoa. Como são poucos os riachos que chegam a ela, também é mínimo o depósito de sedimentos e boa a transparência da água.

A grande extensão da lagoa torna as ondas insignificantes, criando um ambiente calmo e seguro para o lazer e o turismo. A ausência de maré dentro da laguna mantém o nível da água quase constante, o que favorece a instalação de casas e outras construções ao redor. A alta salinidade, porém, faz com que poucas espécies de peixes, moluscos e algas reproduzam-se na lagoa, o que reduz a pesca comercial, exceto no canal de Itajuru, que a liga ao oceano Atlântico.

Desde os anos 60, a lagoa vem sendo transformada em um paraíso para turistas e veranistas. Suas margens recebem mais de um milhão de visitantes temporários (cinco vezes a população normal da região)



Araruama

Uma lagoa ameaçada

nos meses de verão e em feriados mais longos. Tal fluxo exige uma complexa infra-estrutura, para atender às necessidades de abastecimento de água potável, tratamento de esgotos, estradas, hotéis, restaurantes. O resultado de tanta procura tem sido, nos últimos anos, o crescimento descontrolado da região, pondo em risco a 'saúde' de seu principal atrativo: a própria laguna.

A enorme carga de esgotos gerada pela população (a fixa e a flutuante) é despejada diretamente na lagoa, sem qualquer tratamento prévio, reduzindo a qualidade da água e ameaçando todo o sistema. A laguna, as praias e as dunas correm sério risco de rápida degradação em função do crescimento desordenado e sem planejamento ambiental.

Até fins do século 19 a lagoa de Araruama foi o maior produtor de sal do país (hoje é o Rio Grande do Norte). Essa riqueza ainda é explorada: em 1975, ano para o qual há dados mais exatos, foram extraídas ali 195 mil toneladas de sal, 11% de toda a produção

nacional da época. Nas últimas décadas, porém, a produção caiu bastante por causa da conversão das salinas em condomínios e clubes. No momento, um projeto apoiado pelo estado e pelo município prevê um megacondomínio de 1.322 casas junto à lagoa, em 94 ha das salinas Perynas, embora um Relatório de Impacto Ambiental tenha mostrado que a área não tem água doce potável e o esgoto precisa ser retirado por caminhões.

Ambientalistas e ONGs que atuam na região consideram o projeto danoso para a lagoa e lutam contra a sua instalação. No momento, 40 novos projetos de condomínios em áreas da orla esperam a aprovação das prefeituras locais, o que certamente traria mais problemas para a lagoa.

A ameaça ao frágil sistema costeiro de Araruama levou o Instituto Acqua, do Rio de Janeiro, a financiar, em cooperação com a Petrobras, amplo projeto de pesquisa, para estudar os processos físicos, ecológicos, biogeoquímicos e socioeconômicos e avaliar

FOTO: INE



os impactos ambientais sobre a laguna. Iniciado em 1993 e concluído no início de 1996, o projeto Prolagos teve como pesquisadores principais os autores deste artigo.

Como a lagoa apareceu

Como toda laguna costeira, a de Araruama surgiu quando a areia arrastada pelas ondas do mar criou barreiras, isolando áreas alagadas. Isso pode ocorrer pelo fechamento de uma enseada, pelo crescimento de um pontal arenoso, pela inundação de áreas mais baixas junto ao mar ou pelo acúmulo de água atrás de um cordão arenoso litorâneo em épocas de elevação do nível do mar. Em Araruama, os depósitos de areia que separam a laguna do oceano apoiaram-se em afloramentos de rocha cristalina existentes entre Cabo Frio e Saquarema. Esses depósitos geraram dois enormes arcos de praia oceânica: a restinga de Cabo Frio, com 8 km, e a praia da Massambaba, com cerca de 48 km.

A primeira hipótese sobre a origem de todas as lagunas existentes entre a restinga da Marambaia (baía de Sepetiba) e Cabo Frio foi lançada nos anos 40 pelo geólogo Alberto Lamego. Segundo ele, os depósitos arenosos formaram-se pelo crescimento de pontais, de oeste para leste, fechando progressivamente as enseadas surgidas após a última elevação do nível dos mares. Entretanto, estudos mais recentes identificaram em Araruama dois cordões arenosos paralelos, acumulados em épocas distintas. A ausência de transporte residual de areia de oeste para leste tam-

bém não se ajusta ao modelo dos pontais e sim ao de acumulação de cordões litorâneos.

A sucessão de cristas de praia mostra que os cordões cresceram aos poucos, pelo acúmulo de areia. A erosão na margem voltada para a lagoa reduziu a largura do cordão original de mais de 600 m para 450 m, formando um campo de dunas e pontas de areia (esporões) que tendem a dividir o espelho d'água em várias partes. O vento nordeste move as dunas em direção ao mar, assoreando pequenas lagunas existentes entre os cordões. Na Massambaba, o cordão frontal foi reduzido para 150 m. Ali, as dunas junto à linha de praia são erodidas na extremidade leste pelo vento nordeste, que carrega a areia para o mar, e realimentadas por ventos que sopram do sul e trazem areia da praia.

Estudos que associavam a altura dos dois cordões e as duas elevações máximas do nível dos mares, nos últimos 7 mil anos, atribuíam ao cordão mais antigo menos de 10 mil anos de idade (período Holoceno). Hoje, porém, datações por carbono 14 de amostras de sedimentos da depressão

entre os cordões e das lagoas de Itaipu e do Padre (situadas nessa depressão), além de interpretações do relevo local, permitem estimar a idade desse cordão em 120 mil anos ou mais (período Pleistoceno).

O fundo da lagoa inclina-se de modo suave para uma depressão existente ao longo do eixo maior do espelho d'água, e os esporões dividem a lagoa em pequenas enseadas. O sedimento do fundo é de areias quartzosas marinhas na margem sul e de areias trazidas por rios na margem norte. Abaixo de 5 m de profundidade, as depressões são ocupadas por sedimentos lamosos, acumulados nos últimos 7 mil anos. A idade das areias situadas sob as lamas do fundo confirma que a lagoa já existia no Pleistoceno.



A ocupação humana, que gera problemas como o despejo de lixo nas águas (ao lado) e a desativação das salinas (abaixo), altera a paisagem da lagoa

FOTOS: RICARDO GUIMARÃES



Rios, marés e renovação da água

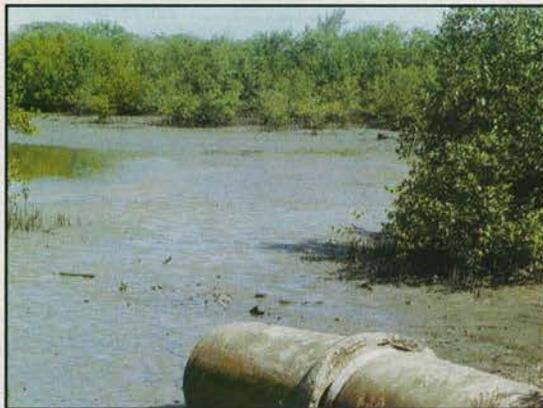
Lagoas costeiras hipersalinas existem principalmente em regiões áridas das costas oeste da Austrália, na Arábia Saudita, no norte da África e na baixa Califórnia (México), onde a evaporação supera as chuvas e descargas fluviais. Em Araruama, a evaporação média é de 1.400 mm/ano e as chuvas atingem 900 mm/ano, apesar da grande variação. Entre 1965 e 1995, só em 1987 e 1988 as chuvas foram maiores que a evaporação.

A descarga de água doce na lagoa é de apenas 1m^3 por segundo, por causa do clima semi-árido e da pequena bacia hidrográfica (350 km^2). O canal de Itajuru, com 14 km de extensão, única conexão com o mar aberto, atua como fonte de água oceânica e de sal. Como a evaporação é maior que as chuvas, a entrada da água salgada na lagoa causa a hipersalinidade, apesar da contínua extração de sal nas salinas.

A salinidade, no entanto, vem sendo continuamente reduzida, embora a uma taxa mínima e com variações sazonais e multianuais decorrentes do clima. Entre 1977 e 1990, a taxa média de sal caiu 2,7%. A redução parece estar associada ao início da operação da adutora de Juturnaíba, que bombeia 1 m^3 de água doce por segundo para abastecer as comunidades da costa norte da lagoa. A água é depois despejada na laguna, o que dobra a entrada natural de água doce.

A maré atinge 1 m no canal de Itajuru, mas é reduzida pelo grande comprimento e a pequena profundidade dessa passagem. No final do canal, a maré é de 6 cm, chegando a zero dentro da lagoa. Mesmo confinados ao canal, os fluxos de maré são um mecanismo importante de exportação da água mais salina para o oceano. A perda de sal que isso representa, no entanto, não compensa a perda de água pela evaporação.

A renovação da água é lenta: a cada 84 dias são trocados 50% do volume da lagoa, dependendo do nível de mistura horizontal decorrente dos ventos. Em outras lagunas do estado esse tempo varia de um



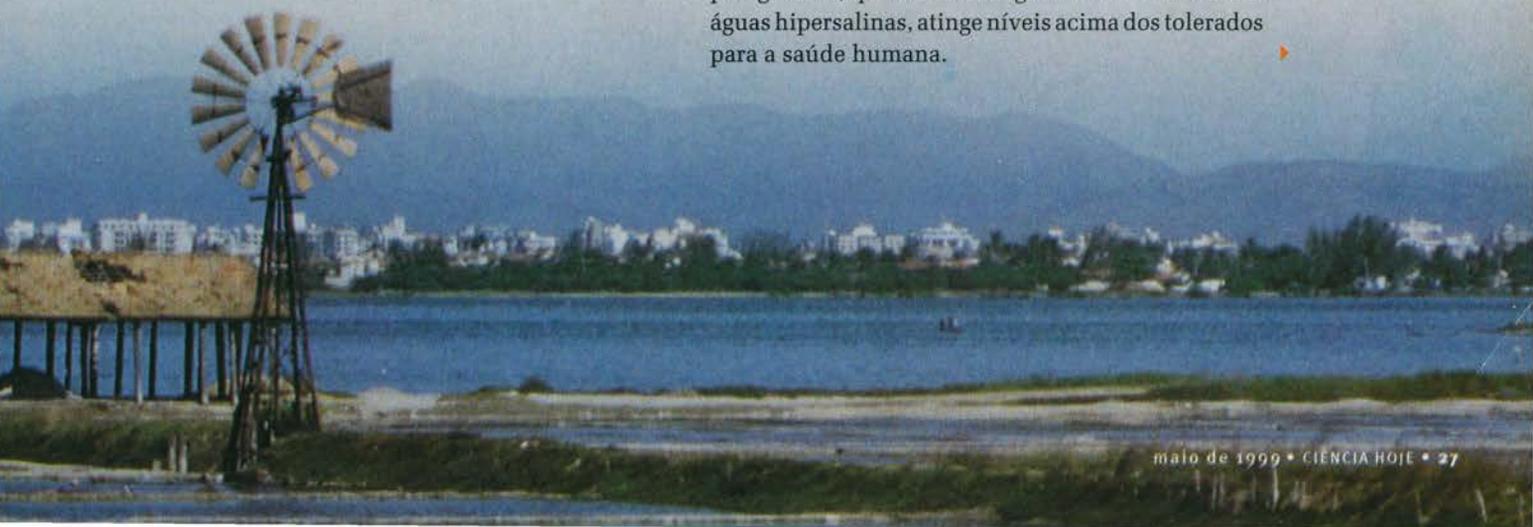
Existem vários pontos de lançamento de esgoto sem tratamento na lagoa de Araruama

a 30 dias. Por isso, é muito provável que detritos lançados pela população humana sejam retidos, ameaçando a qualidade ambiental da lagoa.

Vida e produção primária na lagoa

As concentrações de amônia e compostos de nitrogênio e fósforo, e os indicadores de biomassa vegetal (como a clorofila) definem o estado trófico de um ecossistema, classificado como baixo (oligotrófico), médio (mesotrófico), alto (eutrófico) e muito alto (hipertrófico). O principal processo considerado na classificação é o potencial de produção de matéria orgânica pelas algas e sua relação com os nutrientes disponíveis. Lagoas costeiras em condições naturais exibem aumento gradual do estado trófico (eutrofização natural). O processo é chamado de eutrofização cultural quando é acelerado por impactos humanos, como a descarga de esgotos domésticos.

Antes da expansão populacional, a lagoa de Araruama estava sujeita à eutrofização natural, talvez em nível oligotrófico. Hoje, tal nível é mantido em sua maior parte, mas as enseadas que recebem esgotos das cidades de Araruama, Iguaba Grande, São Pedro D'Aldeia e Cabo Frio têm mudado para mesotrófico, com taxas de clorofila de 5 a 8 mg/m^3 no verão (no centro da lagoa os teores mantêm-se entre 0,5 e 2 mg/m^3). No verão, época de alta temperatura e grande fluxo turístico, a concentração de bactérias patogênicas, que vêm nos esgotos e sobrevivem nas águas hipersalinas, atinge níveis acima dos tolerados para a saúde humana.





É difícil estimar a quantidade de material orgânico lançado na lagoa com os esgotos. Tomando a população residente (200 mil) e uma produção diária, por habitante, de 10 g de nitrogênio (N) e 3 g de fósforo (P), o despejo diário seria de 2 mil kg de N e 600 kg de P, estimativa que aumenta muito se incluída a população temporária. Medições realizadas nos oito principais rios e canais de esgotos da lagoa, em especial na estação chuvosa, revelaram aportes diários de 700 kg de N e 100 kg de P.

Os dois cálculos, porém, são incertos. O primeiro fornece o potencial máximo de esgotos lançados na bacia de drenagem, mas não na lagoa,

e parte pode ficar retida em fossas e no lençol freático. Já a medição direta não incluiu despejos de muitas fontes difusas (condomínios e outros), que aumentam nas férias. O aporte real estaria entre o valor obtido nas medições e o estimado com base na população (incluídos os veranistas). Parte dos detritos orgânicos pode se acumular no leito de pequenos rios, já que a maioria seca no período mais árido. Ali, são decompostos, tornando-se nutrientes inorgânicos, e uma parcela pode chegar ao lençol freático (ainda não estudado na região).

O grande volume de água facilita a diluição dos esgotos na lagoa de Araruama, o que não ocorre em

outras lagoas costeiras pouco salinas do estado. Assumindo que todo o efluente doméstico está misturado de modo homogêneo na lagoa, o menor aporte diário por metro quadrado de coluna d'água é de 10 mg de N e de 1,4 mg de P, e de 50% a 70% do total desses nutrientes estão na forma inorgânica dissolvida. Em teoria, tais aportes são muito baixos para provocar um aumento drástico, em futuro próximo, da produção primária de matéria orgânica pelo fitoplâncton. No entanto, a renovação muito lenta da água pode contribuir para acelerar a eutrofização.

Na lagoa de Araruama, o fósforo limita a produção primária de matéria orgânica, enquanto nas lagoas pouco salinas da costa fluminense o fator limitante é o nitrogênio. A redução da concentração de fósforo em Araruama (a níveis abaixo de 3 mg/m³) decorre de diversos mecanismos de remoção, típicos de sistemas hipersalinos carbonáticos, como a formação de apatita (um tipo de fosfato de cálcio), a precipitação de outros fosfatos de cálcio e a adsorção (aderência química) a grânulos de carbonato nos sedimentos do fundo. Além disso, parte do fosfato que chega à lagoa é retida na foz dos rios, pois a forte diferença de salinidade entre as duas águas favorece sua adsorção à matéria em suspensão e sua deposição no fundo.

A concentração de fósforo é controlada ainda pela comunidade bentônica – vegetais e animais microscópicos que vivem no sedimento do fundo. Eles metabolizam ou reciclam o elemento, deixando pouco para ser degradado. Com isso, o fósforo dissolvido e a amônia liberada são insignificantes para manter a produção primária do fitoplâncton na coluna d'água. Na parte rasa da lagoa, onde a luz é abundante, a



O rápido crescimento urbano levou à ocupação desordenada das margens, como em Cabo Frio (abaixo) e em várias praias (ao lado)



produção de matéria orgânica é dominada pelos microvegetais do fundo: as taxas diárias de 0,2 a 0,5 g de carbono por metro quadrado superam em até quatro vezes a produção do fitoplâncton. Já nas lagoas costeiras pouco salinas do estado o domínio é do fitoplâncton ou de algas maiores. Mas na região mais profunda, onde a luz penetra menos, a decomposição da matéria orgânica predomina sobre a produção.

A atual redução do teor de sal deve alterar a flora e a fauna típicas de condições hipersalinas. Acredita-se que o processo, somado ao aumento da descarga de esgotos, fará a lagoa passar das atuais condições oligo-mesotróficas para eutróficas. Além disso, o domínio da produção primária passará dos microvegetais do fundo para o fitoplâncton e as macroalgas, como em outras lagoas costeiras do estado. Com isso, haverá menos luz no fundo, aumentando a área de decomposição da matéria orgânica e portanto a demanda biológica de oxigênio, o que levará à deterioração da qualidade da água.

Isso só não ocorrerá se paralelamente aumentar a produção secundária de matéria orgânica pelo zooplâncton e por animais bentônicos, que consomem as algas e o material orgânico dos efluentes. Tal aumento é menos provável, pois os estudos anteriores e os do Prolagos constataram a baixa densidade e diversidade de zooplâncton na lagoa.

Comunidades biológicas pobres

Comparado ao plâncton das águas marinhas litorâneas, o da lagoa de Araruama é pobre, tanto em diversidade de espécies quanto em quantidade. A biomassa planctônica cai nas áreas onde o teor de sal é



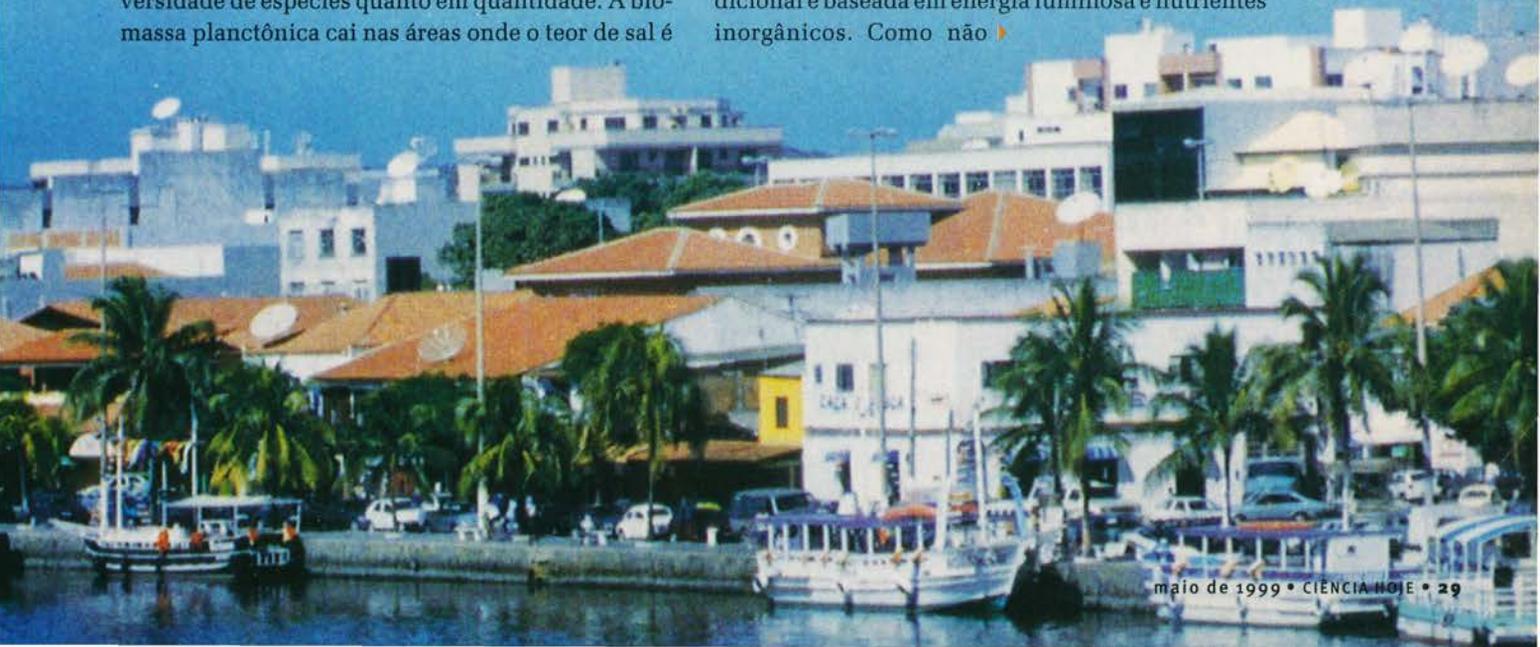
maior. Em pontos com salinidade acima de 60‰, como na parte mais interna da lagoa, sobrevivem apenas algumas espécies de copépodos, microcrustáceos muito comuns e abundantes em águas marinhas (dos gêneros *Acartia*, *Oithona*, *Paracalanus*), e larvas de cracas, além de ovos e larvas de peixes como carapeba (*Eugerres rhombus*), carapicu (*Eucinostomus argenteus*) e tainha (*Mugil liza*).

O fitoplâncton mostra a mesma distribuição. As diatomáceas, algas unicelulares com carapaças silicosas, predominam na costa oceânica, por causa do efeito eutroficante da ressurgência (subida de correntes frias) de Cabo Frio. Mas os dinoflagelados, microalgas indicadoras de oligotrofia, prevalecem na lagoa, e podem levar a 'marés vermelhas' – florescimentos excessivos dessas algas, que intoxicam peixes e outros organismos.

Apesar da pobreza planctônica, a pesca na lagoa garante a sobrevivência de muitas famílias ribeirinhas. Essa aparente incoerência é explicada pelo aumento significativo do bacterioplâncton, paralelo à redução do picoplâncton (algas com menos de 2 milésimos de mm), da margem para o interior da lagoa. As bactérias transformam partículas orgânicas (detritos) em matéria orgânica dissolvida, base de sua alimentação, e são ingeridas por pequenos animais flagelados.

O aumento do número de bactérias, que chega a 3 mil por ml, permite supor que a fonte principal de energia da lagoa é a matéria orgânica dissolvida, provavelmente gerada no sedimento, e os produtos de excreção dos organismos. A cadeia alimentar tradicional é baseada em energia luminosa e nutrientes inorgânicos. Como não ▶

Saída de água da estação de tratamento de São Pedro d'Aldeia





falta luz na lagoa, pois as águas são transparentes e há forte insolação, o fator limitante parece ser a escassez de nutrientes. Isso explicaria a pobreza de fitoplâncton (que precisa dos nutrientes para sintetizar seu alimento) e também a do zooplâncton, que se alimenta do primeiro.

O excesso de sal prejudica a vida na lagoa. O desequilíbrio salino entre as células e o meio ambiente pode destruir organismos não adaptados a ele. Mas se a hipersalinidade limita a produção primária e a pesca, também controla o plâncton, evitando a eutrofização excessiva em função dos impactos humanos crescentes. Essa eutrofização provocaria o que já é observado em outras lagunas: falta de oxigênio e mortalidade de peixes.

Os mais importantes componentes da cadeia alimentar na lagoa de Araruama são os organismos que vivem no sedimento do fundo ou dependem dele. A flora bentônica apresenta organismos minúsculos, de vida curta e crescimento rápido. Certas bactérias e algas cianofíceas e diatomáceas chegam a formar 'tapetes' no fundo das áreas rasas.

A maioria dos organismos encontrados na lagoa é de origem marinha. Em alguns, o excesso de sal induz alterações, reduz o tamanho ou limita a reprodução. A fauna bentônica, mesmo pobre em espécies, atinge grande biomassa em certos locais. Animais como esponjas, briozoários, cnidários e anfípodes são comuns sob a superfície, e há grande número de pequenos nematódeos e poliquetas dentro do sedimento. O bivalve *Anomalocardia brasiliana*, principal molusco vivo da lagoa, alimenta-se principalmente de partículas em suspensão na coluna d'água. Há ainda diversos crustáceos.

A lagoa de Araruama é um importante criadouro de camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *P. paulensis*). O crustáceo entra na lagoa através do canal de Itajuru, ainda na

fase de pós-larva, ajudado pela maré enchente, e só volta ao oceano aos quatro meses de vida, para iniciar sua vida reprodutiva. Esse hábitat fechado também é seguro para o crescimento de 43 espécies de peixes. Algumas nascem e permanecem na lagoa, como a carapeba, e outras voltam ao oceano após a maturação para iniciar seu período reprodutivo, como a tainha.

A cadeia alimentar nessa lagoa hipersalina é peculiar. A maioria das espécies é de consumidores primários, divididos em três grupos: o maior alimenta-se da microflora do fundo, outro consome bactérias e detritos e o menor alimenta-se de plâncton e material em suspensão. Os consumidores secundários são em sua quase totalidade peixes, que se alimentam de microcrustáceos, poliquetas, nematódeos, moluscos e às vezes certas algas. Os níveis dessa cadeia alimentar são menores que em outros sistemas costeiros. Por isso os impactos ambientais são imediatos sobre quase todos os organismos, mas o retorno às condições naturais é rápido, pois a maioria das espécies é do tipo oportunista, de ciclo de vida curto e alta capacidade de recolonizar o ambiente.

Os males da ocupação desordenada

A mais antiga atividade econômica com base na lagoa de Araruama é a pesca. O produto principal é o camarão, embora também sejam capturados carapicus, carapebas e tainhas. Eventualmente são pescadas outras espécies oceânicas, como xerelete, galo e flaminguete, que entram na lagoa pelo canal de Itajuru. Com captura média de 5 kg por embarcação, a produção normal é de 14 toneladas de camarão (*P. brasiliensis*) por mês. Essa produção é obtida apenas no primeiro segmento da lagoa de Araruama (canal de Itajuru, praia do Siqueira e Baixo Grande), área chamada de 'triângulo do camarão'. As principais comunidades de pescadores estão situadas em São Pedro D'Aldeia, mas há grupos também em Iguaba e em Araruama.

A principal ameaça ambiental à pesca é a crescente poluição por detritos líquidos e sólidos e a ausên-

Apesar da pouca água potável e da falta de rede de esgoto, os condomínios (abaixo) avançam sem controle, levando os donos das salinas a vendê-las (ao lado)



cia de saneamento básico nos quatro maiores municípios do entorno da laguna. Há hoje, no total, 365 pontos de lançamento de efluentes líquidos, 308 dos quais canalizados e 57 a céu aberto, além de outros 76 pontos de despejo menores associados a rios e 232 a condomínios. No canal de Itajuru há 197 pontos de despejo, sendo 194 canalizados e três a céu aberto. Toda a rede hospitalar de Cabo Frio, São Pedro D'Aldeia e Araruama também lança efluentes na laguna.

O crescimento da região decorre não só da migração campo-cidade e dos fluxos contínuos vindos do norte fluminense, mas também da ocupação ocasional do litoral por casas ou condomínios de veraneio. Essa nova forma de urbanização vem destruindo as salinas, as áreas de restinga e os terrenos de uso agrícola. A pressão 'turística' reflete interesses sediados nas metrópoles e em outros estados, substituiu a população local e promove a apropriação da orla marítima pelo capital imobiliário.

O processo de expansão urbana tem sido espontâneo, com ocupação das margens da laguna pelo lazer e veraneio e das margens de rodovias pelo comércio orientado para esse mercado. Todos os municípios da região de Araruama adotaram nos últimos anos normas para disciplinar o uso e ocupação do solo. Nenhum deles, porém, manteve integralmente na prática essa intenção de ordenamento urbano.

A substituição da população de baixo poder econômico evitou a possível favelização das margens da laguna, mas levou à ocupação das salinas, aos despejos de efluentes, aos aterros sobre a lâmina d'água e à construção de *decks* e marinas, com danos ambientais irreversíveis. O processo é acelerado em toda a região: em Cabo Frio, em 1990, a taxa de urbanização era de 85%, contra um índice regional de 47%.

Hoje, essa taxa já chega a mais de 92%, uma das maiores do estado.

Por conta desses índices, os serviços públicos locais não conseguem atender à demanda e evitar uma ocupação desordenada e predatória. A região oferece inúmeros recursos naturais, com possibilidades de atividades turísticas, lazer e esportes náuticos. Mas as lagunas costeiras, restingas, dunas e áreas com resquícios de Mata Atlântica são ainda pouco exploradas e praticamente inexistente o ecoturismo, em sua forma científica, cultural ou fotográfica, em *rallies* ou enduros e em grupos de observação da natureza.

A região tem reservas biológicas, parques naturais e áreas de proteção ambiental, mas todo o turismo está orientado para a costa oceânica e a laguna de Araruama. São as praias oceânicas que

atraem os turistas em Cabo Frio, Arraial do Cabo e Búzios. Já em São Pedro D'Aldeia, sem costa oceânica, e em Araruama, com sua praia oceânica pouco explorada, as atividades concentram-se na laguna. Em São Pedro D'Aldeia, com uma população residente de 57 mil pessoas, o acréscimo é de 142 mil veranistas e turistas nos meses de verão. Araruama,

onde têm residência fixa 62 mil pessoas, vê sua população subir para cerca de 196 mil nos meses de temporada.

Assim, a laguna de Araruama atrai uma população flutuante de até 276 mil pessoas, que se soma aos 119 mil residentes. O potencial de aumento da atividade turística é muito grande, já que a única modalidade existente é o chamado turismo de sol e praia, com pouca exploração de lazer e esportes náuticos. A degradação da laguna, portanto, levaria à decadência progressiva da região e comprometeria a qualidade de vida, principalmente nos municípios de Araruama, Iguaba e São Pedro D'Aldeia. ■



Sugestões para leitura

BARROSO, L.V. *Diagnóstico ambiental da Lagoa de Araruama*, Rio de Janeiro, Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (22) : 30-65. 1987.

BARROSO, L.V. e Bernardes, M.C. 'Um patrimônio cultural ameaçado: poluição, invasão e turismo sem controle ameaçam lagoas fluminenses' in *Ciência Hoje* vol. 19, nº110, p.70-74, Rio de Janeiro, 1995.

COUTINHO, R. e Gonçalves, J. E. A. 'Flora e fauna marinha da Fazenda Cardeiros, e suas implicações para o ecossistema hipersalino da Laguna de Araruama' in 3º *Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira*, Rio de Janeiro, ACIESP, 87(1): 46-60, 1994.

SILVA, E.P. e Fernandes, F.C. 'A vida no sal' in *Ciência Hoje*, vol. 18, nº 104, p. 74-75, Rio de Janeiro, 1994.



As proteínas são as chaves de todos os processos metabólicos que compõem a vida. É de extrema importância saber em detalhes como elas atuam, mas para isso é essencial conhecer de perto sua estrutura interna. A cristalografia com luz síncrotron é a técnica que está permitindo decifrar com maior rapidez e precisão os segredos das proteínas, abrindo caminho para a produção de medicamentos mais específicos e mais potentes e até para a criação de proteínas, hoje inexistentes, com funções especiais.

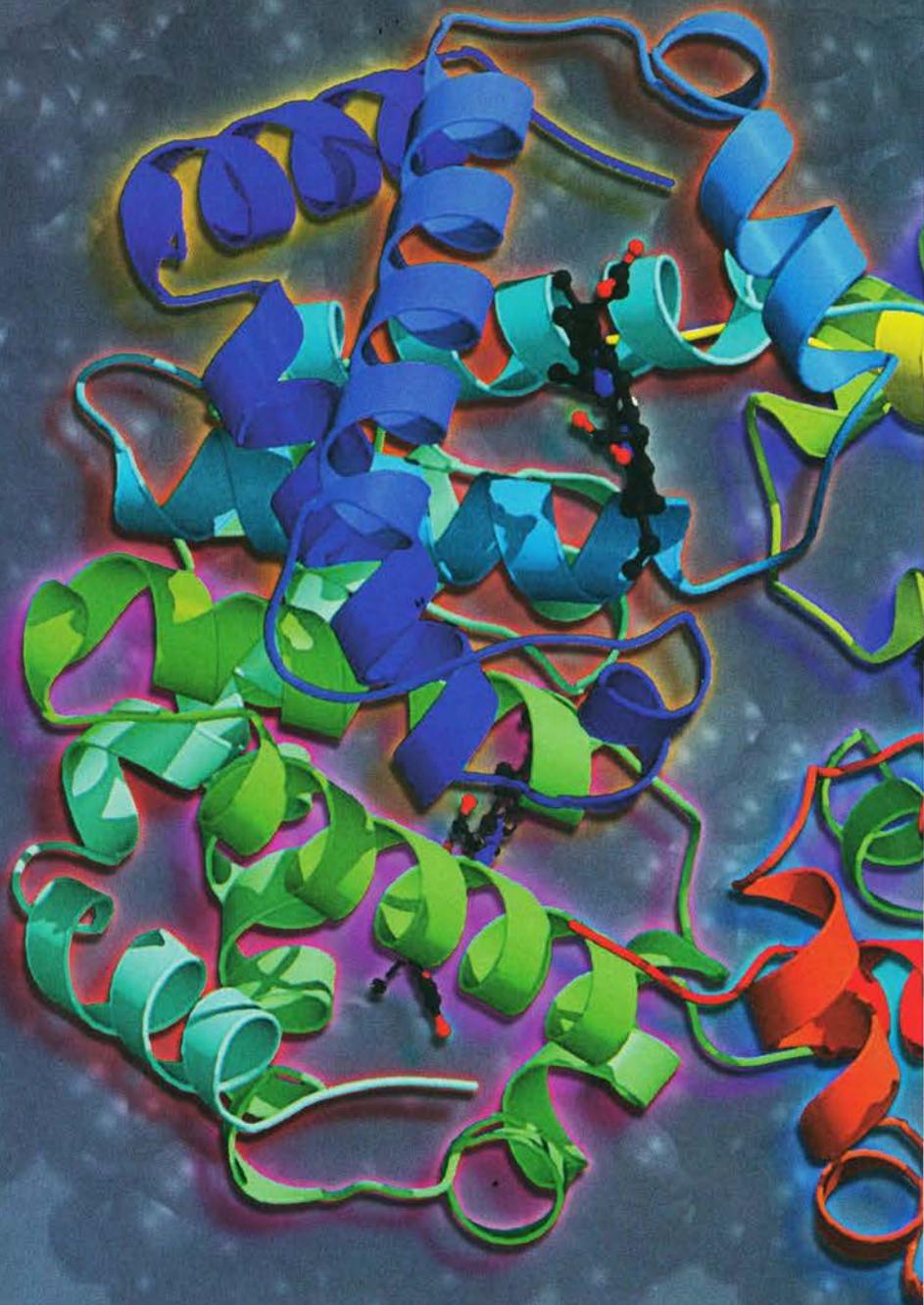
Lee Wen Hwa

Laboratório Nacional de Luz Síncrotron e Departamento de Genética e Evolução, Universidade Estadual de Campinas

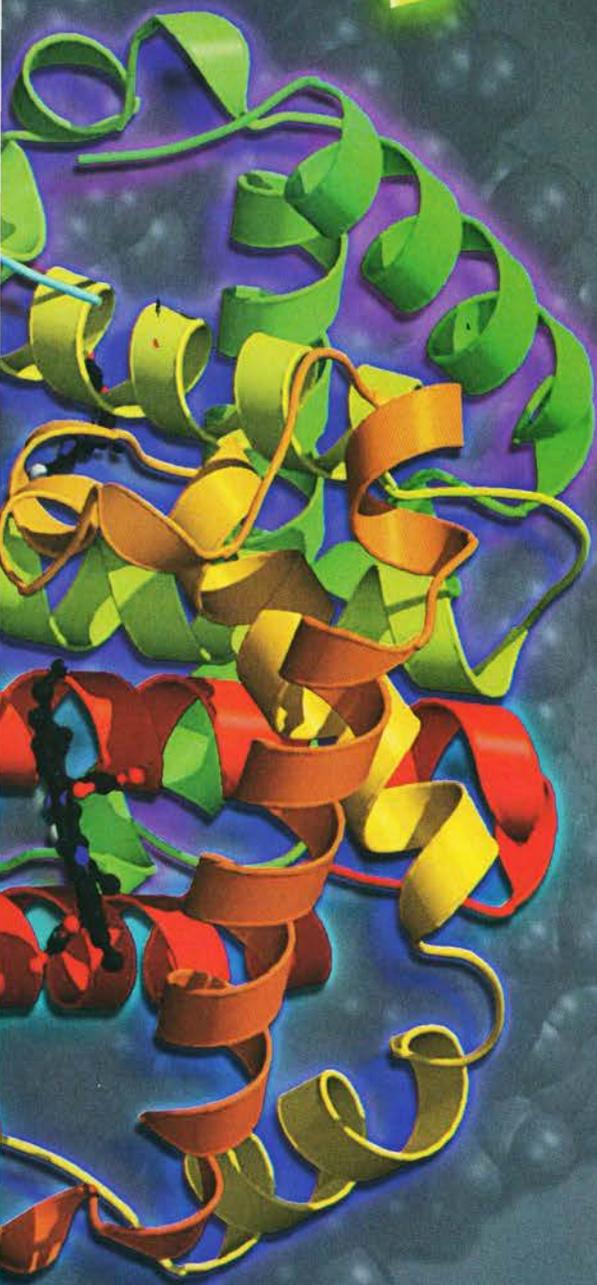
Igor Polikarpov

Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

Mais **luz** so



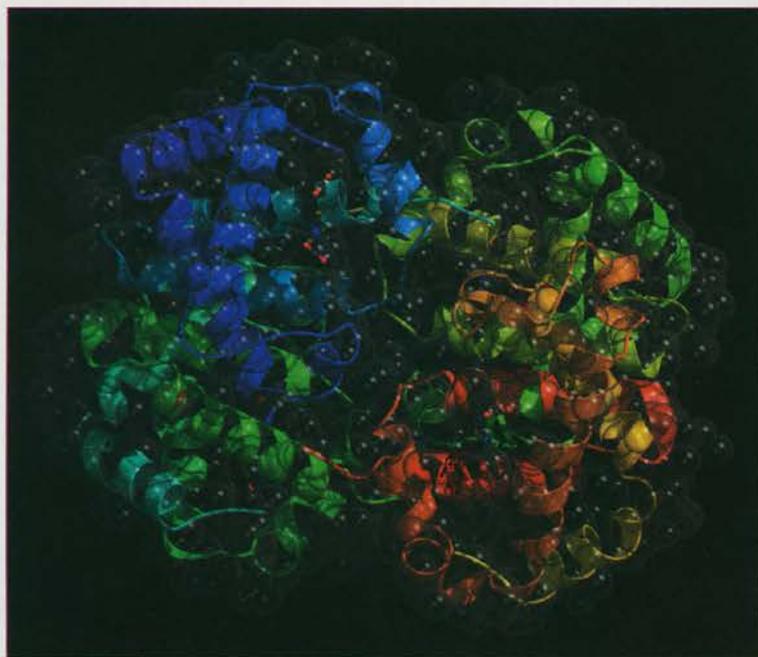
Sobre os segredos das **proteínas**



Enormes avanços ocorreram nos últimos 40 anos em todas as áreas científicas, mas em especial na biologia. O desenvolvimento da biologia molecular e as técnicas de recombinação do DNA, molécula que contém o código genético, tornaram possível descobrir e compreender muitos fenômenos biológicos. Isso confirmou várias teorias propostas, que até então permaneciam no terreno das hipóteses. Entre tantos avanços existe uma área, pouco conhecida do público geral, que deverá se tornar uma das mais importantes para a biotecnologia: a cristalografia de proteínas.

Entre os métodos atuais, a cristalografia é o mais poderoso para descrever uma molécula de proteína através do preciso posicionamento de cada um dos seus átomos. Isso permite determinar a relação entre a estrutura da proteína e sua função, algo tão importante para um bioquímico quanto a disposição das engrenagens de um relógio para um relojoeiro. Este pode ter uma lista dessas engrenagens, mas se não souber como se encaixam e interagem umas com as outras não entenderá o funcionamento do relógio. Da mesma forma, os bioquímicos podem conhecer a natureza e a seqüência dos aminoácidos de uma

Figura 1. Estrutura da hemoglobina humana, revelando as posições dos átomos (esferas semitransparentes) que a compõem e o 'caminho' formado pelas seqüências de aminoácidos (fitas coloridas)



la, a cristalografia permitiu constatar qual aminoácido realmente realizava a função de catálise e qual atuava como suporte à reação (orientando o substrato de maneira correta, por exemplo).

FOTOS: CÉDLOS/EFLOS/AUTORES

As vantagens da luz síncrotron

A cristalografia é o exame da estrutura interna de um cristal através de técnicas de difração de raios X. Para distinguir átomos individuais, o comprimento de onda da radiação utilizada deve ser igual ou menor que as distâncias entre os átomos. Tais distâncias atingem em média alguns ângstroms (1 Å é igual a 10⁻⁷ mm) e a radiação eletromagnética com

comprimento de onda nessa faixa é o raio X. Quando um feixe de raios X passa por um cristal, alguns raios interagem com os átomos e são espalhados. O espalhamento pode resultar em um fenômeno chamado difração, que depende da forma de interação entre os raios X e os átomos. Analisando a difração é possível obter informações sobre a estrutura do cristal e de seus componentes.

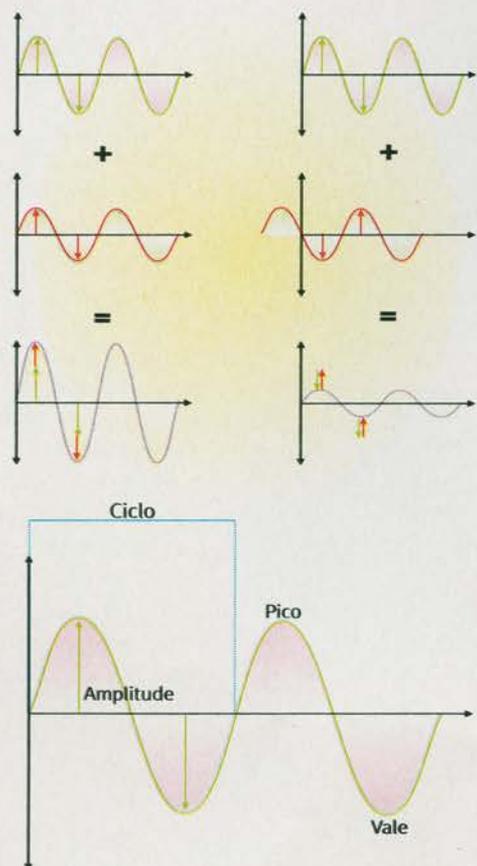
proteína (figura 1), mas sem saber como eles interagem não compreenderá o mecanismo de ação dessa proteína no organismo. Esse tipo de informação permite a compreensão detalhada de vários processos biológicos. No caso das enzimas, proteínas que catalisam (induzem ou aceleram) certas reações, não existiam meios diretos para visualizar quais aminoácidos tinham participação efetiva no processo catalítico. As hipóteses sobre o sítio ativo (a parte da molécula onde ocorre a reação) e as reações envolvidas na catálise eram propostas com base na comparação bioquímica entre o substrato (a molécula que sofre o ataque enzimático) e o produto da reação.

Formulada a hipótese, era necessário confirmar que região da enzima e quais aminoácidos da seqüência estariam envolvidos na reação catalítica. Isso podia ser feito eliminando partes específicas da enzima e verificando, em novos testes, se esta perdia sua função. No entanto, mesmo ocorrendo a perda de função, era difícil saber que aminoácido específico era responsável pela reação. Ao possibilitar a visualização da molécula

Atualmente há duas formas de gerar raios X com as características necessárias à cristalografia de proteínas: com uma fonte de ânodo rotatório ou com um acelerador de elétrons síncrotron. A primeira produz raios X de média intensidade e comprimento de onda fixo, que depende do material de que o ânodo é feito – ânodos de cobre, os mais comuns, geram feixes de raios X com comprimento de onda de 1,54 Å. Já o acelerador, equipamento que aumenta a energia dos elétrons acelerando-os com a ajuda de um campo eletromagnético, produz luz síncrotron, de alta intensidade.

A radiação produzida pelo acelerador é policromática (luz 'branca, de espectro contínuo') e inclui os raios X

Figura 2. A fase pode ser entendida como o 'atraso' ou 'adiantamento' de uma onda em relação a outra: as ondas à esquerda estão na mesma fase, mas à direita, a segunda onda está 'atrasada' em relação à primeira – ao 'somar' as ondas, é preciso levar em conta a diferença de fase entre elas



PROTEÍNA	FONTE	RESOLUÇÃO	
		(ânodo)	(síncrotron)
Lectina	Sementes de <i>Cratylia mollis</i>	2,4Å	1,73Å
Calgranulina C	Granulócitos porcinos	2,6Å	1,9Å
MjTX-II	Veneno de <i>Bothrops moojeni</i>	2,0Å	1,8Å
Oxi-hemoglobina	Sangue de <i>Liposarcus anisitsi</i>	2,8Å	2,3Å
Protease aspártica	Urina humana	2,8Å	2,45Å

Tabela 3. Resoluções obtidas em experimentos, com ânodo rotatório e com acelerador síncrotron, para algumas proteínas

necessários à cristalografia. O fato de ser policromática permite ao pesquisador selecionar os raios X com comprimento de onda mais adequado para a determinação da estrutura da proteína em estudo. A escolha do comprimento de onda facilita bastante a determinação das fases das ondas difratadas pelo cristal de proteína. A fase é, em termos simplificados, a diferença entre o estágio do ciclo em que a onda chega ao detector e o início desse ciclo (figura 2). A determinação da fase, uma das etapas mais importantes em cristalografia de proteínas, é feita por diferentes métodos, discutidos mais adiante.

O uso de um feixe de raios X de maior intensidade também possibilita registrar os dados de difração mais rápido e com melhor resolução. Uma mesma imagem de difração demora de 20 a 40 minutos para ser registrada, usando-se o ânodo rotatório, e apenas de 20 a 60 segundos, com um ganho de resolução (figura 3), usando-se um síncrotron. A alta intensidade amplifica os sinais de difração dos cristais e é essencial para estudar a estrutura de certos cristais que produzem reflexões pouco espaçadas: raios síncrotron altamente paralelos podem ser focados com exatidão, minimizando esse problema.

Como o próprio nome da técnica sugere, o material estudado (a proteína) precisa estar na forma de um cristal (figura 4) para ser analisada. As proteínas, como a maior parte das moléculas, podem formar um arranjo cristalino, ou seja, uma 'rede' altamente regular e periódica, com 'unidades fundamentais' idênticas. Nos cristais minerais, cada unidade é formada por um ou poucos átomos, enquanto nos cristais de proteínas cada unidade inclui uma ou várias moléculas inteiras (cada uma composta de muitos milhares de átomos).

Após a cristalização da proteína, o passo seguinte é pôr o cristal de proteínas diante de um feixe de raios X. Como as moléculas idênticas de proteínas estão dispostas de modo regular no cristal, a difração dos raios X provocada pelos planos cristalinos permite visualizar a posição de cada uma e, mais importante, a sua estrutura interna.

Quando o cristal é irradiado, cada um de seus átomos espalha ondas de raios X de amplitude muito pequena, que se propagam em todas as direções. Essas ondas interferem entre si, o que anula algumas e amplifica outras – as sincronizadas. O mesmo acontece com as ondas no mar: quando se encontram, a maioria é anulada, mas algumas tornam-se maiores. No espalhamento dos raios X, a interferência construtiva entre ondas sincronizadas gera um feixe de difração, de intensidade maior (figura 5).

A regularidade da rede de átomos obtida com a cristalização da proteína é um dos principais fatores que possibilitam as difrações. O fenômeno de difração de raios X obedece a uma fórmula física simples, que depende do comprimento de onda e do ângulo de incidência da radiação e ainda das distâncias entre os planos internos da rede cristalina. A fórmula torna possível calcular essas distâncias, já que na cristalografia são previamente escolhidos o comprimento de onda e o ângulo de incidência. Variando esse

Figura 4. Cristal da proteína B-manosidase do fungo *Trichoderma reesei*, obtido no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (a barra vermelha tem 0,5 mm)

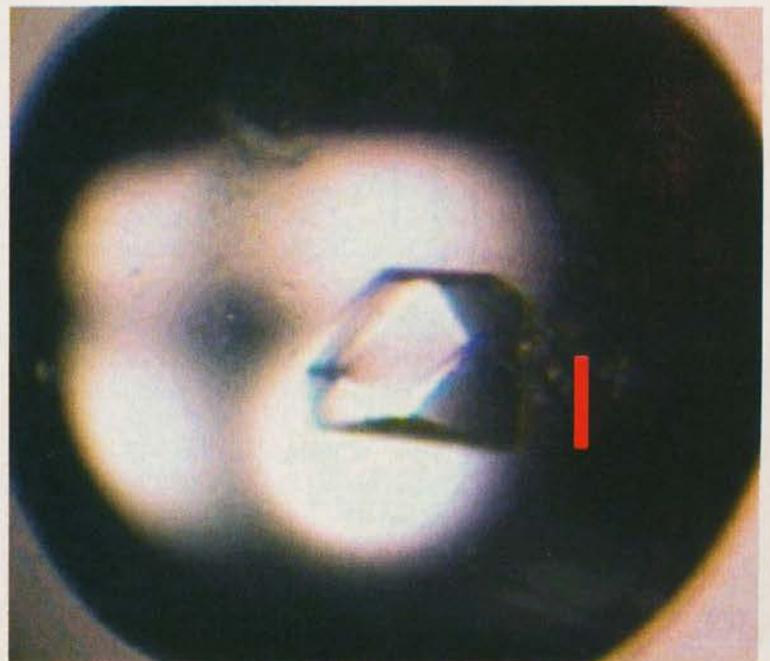


Figura 5. Quando um feixe de raios X é lançado sobre o cristal de proteína, os átomos espalham os raios e alguns deles, sincronizados, formam um feixe de difração

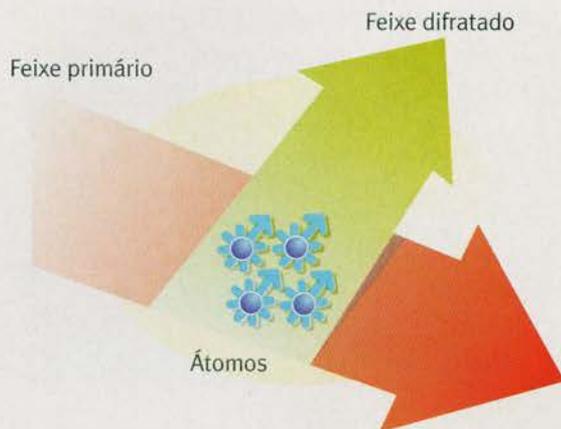


Figura 6. A difração ocorre quando as ondas de raios X espalhadas pelo cristal estão sincronizadas

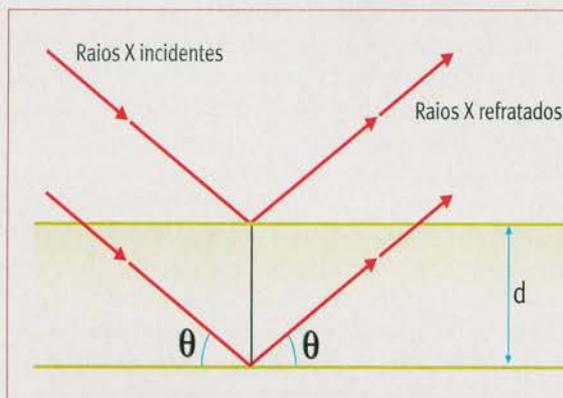
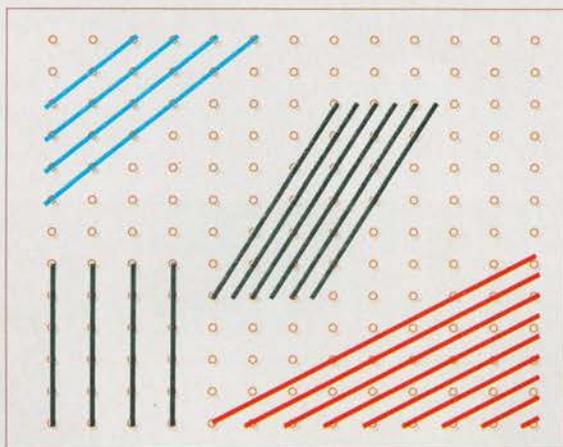


Figura 7. Um conjunto regular de pontos pode conter vários planos paralelos



ângulo e analisando os feixes de difração gerados, pode-se descobrir as distâncias entre todos os planos (figura 7) da rede cristalina. Isso permite 'redesenhar' a unidade fundamental do cristal de proteína, que contém a molécula que se quer visualizar.

Hoje, a coleta desses dados é feita com uma placa de imagem sensível aos raios X (figura 8) e um sistema de leitura da placa ligada a um computador, o que agiliza o processo: a imagem digitalizada pode ser diretamente quantificada quanto à intensidade e usada de imediato para o processamento dos dados.

Tecnologias ainda mais avançadas de detecção desses dados já estão em desenvolvimento.

Os métodos de difração de raios X, porém, não fornecem uma imagem direta da estrutura tridimensional da proteína, mas apenas um conjunto de dados que reflete uma realidade (o cristal). Tais dados precisam ser 'interpretados' para que a estrutura seja reconstituída, na forma de um modelo. Uma lente óptica normal (como nos óculos) recebe os raios de luz que partem de um objeto e os redireciona. O resultado dessa 'reconstrução' da luz é uma imagem do objeto. No caso da cristalografia, os raios X que emergem do cristal estão na mesma situação dos raios de luz visível que emergem de um objeto. Por sua natureza, porém, os raios X não são redirecionáveis por uma lente. A recuperação da 'imagem' (a estrutura do cristal) exige nesse caso o uso de computadores, que reconstróem os raios X com base em características físicas tanto desses raios quanto dos cristais.

Como resolver o problema de fases

Para obter a imagem final são necessárias informações como amplitude e fases das ondas difratadas. A intensidade de um ponto de difração no detector define a amplitude da onda, mas a informação sobre a fase em que as ondas estão não é diretamente disponível – é o chamado 'problema de fases' da cristalografia.

O problema de fases pode ser comparado a uma orquestra que apresenta uma extensa peça, onde cada músico recebe apenas a parte da partitura que lhe cabe: um violoncelista sabe as notas que irá tocar e o ritmo em que deve tocá-las. Para coordenar o momento em que cada um deve começar a tocar existe o maestro. Na falta dele, não haveria coordenação e o resultado seria desastroso. É como os dados que o detector coleta na cristalografia: falta saber a 'hora' em que cada um entra, para que a soma das ondas seja o resultado real. Assim, a determinação das fases das ondas informa quando considerar cada uma e assim somar os picos e vales.

Existem atualmente três métodos principais para descobrir as fases das ondas: a substituição molecular, a substituição isomorfa múltipla e a difração anômala a múltiplos comprimentos de onda.

O primeiro e mais fácil, o de substituição molecular, exige o conhecimento prévio da estrutura tridimensional de uma proteína (um modelo) com pelo menos 30% a 50% de sua seqüência de aminoácidos idêntica à que está em análise. Tais modelos estão disponíveis em vários bancos de dados cristalográficos PDB (de *protein databank*), que reúnem estruturas já descritas. O modelo prévio permite atribuir

o valor das fases iniciais para os dados de difração coletados.

Já a substituição isomorfa múltipla é o método clássico para determinar fases de estruturas novas, sem similares disponíveis nos bancos de dados. Nesse método são comparados vários conjuntos de dados, obtidos por difração de raios X em 'derivados' da mesma proteína. Em cada derivado existem íons de um determinado átomo pesado (mercúrio, platina ou outros) ligados à proteína. Tais íons podem ser localizados com precisão e servem como referência artificial: as comparações dos efeitos dessas referências, nos diferentes conjuntos de dados, permitem determinar a fase.

O método mais recente – difração anômala a múltiplos comprimentos de onda (MAD, de *multiwavelength anomalous diffraction*) também permite obter as fases das ondas difratadas por proteínas sem modelos disponíveis. É baseado nas diferenças de absorção de raios X por átomos pesados incorporados à amostra de proteína. Esse método é vantajoso sobre o anterior porque apenas um 'derivado' é necessário para determinar as fases. Variando o comprimento de onda dos raios X que incidem no átomo pesado, o mesmo derivado age de maneiras diferentes. A comparação dos dados coletados com comprimentos de ondas variados permite calcular as fases tanto do derivado quanto da proteína original.

Após a determinação das fases, a etapa seguinte é a construção do modelo que representará a proteína em estudo. Na verdade, os raios X são espalhados pelos elétrons dos átomos presentes nos aminoácidos. Portanto, o que se vê após a reconstrução da imagem é a chamada 'densidade eletrônica', ou seja, a área onde se encontram os elétrons, associados aos seus respectivos átomos (figura 9). Conhecendo o formato dos volumes ocupados no espaço pelos elétrons e a seqüência de aminoácidos da proteína (obtida por métodos bioquímicos ou de biologia molecular), é possível posicionar cada aminoácido e seus respectivos átomos nesses volumes. A densidade eletrônica é aprimorada pelo refinamento, em computador, do modelo inicial, comparando-se repetidamente os parâmetros do modelo e os dados experimentais.

Ainda é preciso analisar cada aminoácido do modelo em construção, para verificar se está de acordo com os volumes tridimensionais revelados



pela densidade eletrônica, e checar se a geometria das ligações entre os átomos está correta (figura 10). O refinamento e a verificação posterior são repetidos até que o percentual de diferenças entre os dados experimentais e os calculados a partir do modelo fiquem pelo menos abaixo de 20%.

Cristalografia tem muitas aplicações

Através da cristalografia, virtualmente qualquer proteína poderá ter sua estrutura tridimensional decifrada. Isso permitirá saber com precisão como cada proteína exerce sua função e aprender como a natureza cria possibilidades para efetuar os processos da vida. Estará aberto o caminho para a próxima etapa da revolução biológica: a 'engenharia de proteínas', feita de modo racional e direcionado, incluindo o desenho de enzimas e proteínas inéditas na história evolutiva, com funções especiais. É possível imaginar ainda enzimas especiais que degradem determinados poluentes ou catalisem reações de produtos químicos nocivos, tornando-os inertes.

Para dar uma idéia da importância da aplicação da luz síncrotron em estudos de biologia estrutural, cerca de 30% de todas as estações experimentais

Figura 8. Padrão de difração típico de um cristal de proteína (no caso, uma fosfolipase purificada a partir do veneno da cobra *Bothrops pirajá*) – os pontos escuros indicam as posições em que os raios difratados pelos átomos do cristal atingiram o detector

Figura 9. A densidade eletrônica é 'construída' a partir de dados de difração (áreas gradeadas azuis), fornecendo o modelo da estrutura tridimensional da proteína (em diversas cores, preenchendo as áreas azuis)

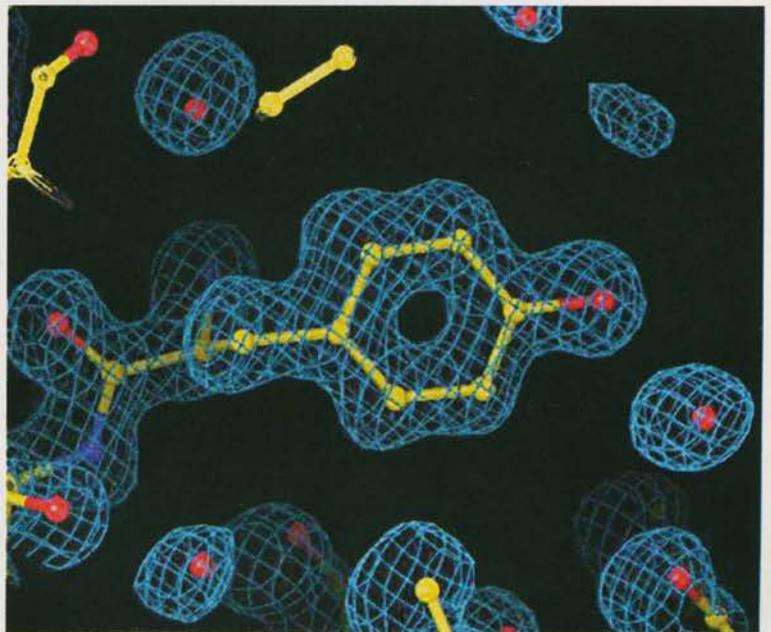


Figura 10. A montagem da geometria das ligações químicas (em amarelo) pode deixar alguma parte de um aminoácido (A) fora da densidade eletrônica (em azul), o que exige a correção (B) do modelo tridimensional

instaladas hoje nos síncrotrons existentes dedicam-se a essa área. A demanda por luz síncrotron é tão grande que já resultou na construção de novos síncrotrons de alta energia, como o SPRing-8 (*Super Photon Ring*), no Japão, e o APS (*Advanced Photon Source*), nos Estados Unidos, cada um a um custo aproximado de US\$ 1 bilhão.

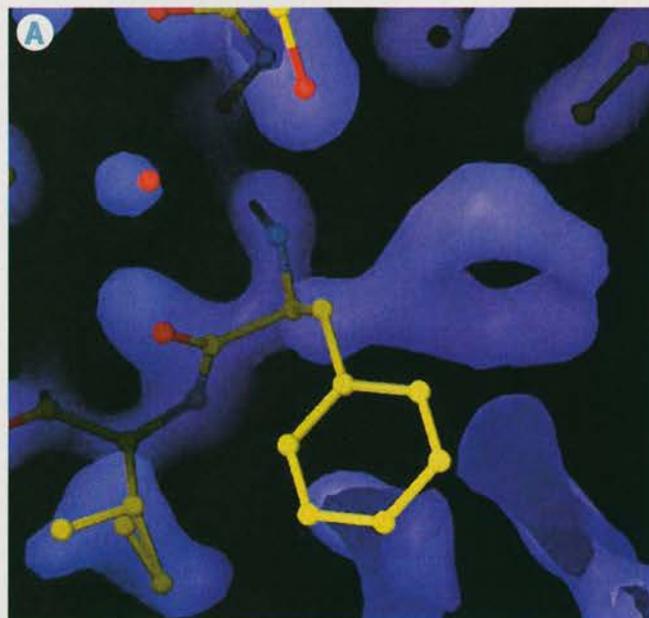
A alta demanda pela luz síncrotron levou ao desenvolvimento das técnicas de cristalografia de proteínas e dos métodos computacionais envolvidos. Tais avanços intensificaram o interesse científico pela determinação da estrutura de proteínas. Hoje, o estudo bioquímico de uma proteína ou enzima é considerado incompleto se não contiver dados estruturais que revelem as bases de seus mecanismos bioquímicos. Os experimentos são tantos que os pesquisadores europeus e americanos aguardam às vezes vários meses para utilizar um ou dois turnos de 24 horas de síncrotron.

O rápido andamento dos programas de seqüenciamento de genomas, em várias redes de pesquisa do mundo inteiro, também leva à ampliação dos estudos estruturais. Inúmeras seqüências novas de DNA estão sendo descritas, mas em 30% a 40% dos casos as funções bioquímica e biológica das proteínas codificadas (pelos genes descritos) não são conhecidas. Conhecer a estrutura de uma proteína permite deduzir sua função aparente e, com isso, sua localização em algum processo metabólico.

O estudo estrutural das proteínas codificadas por um genoma inteiro, conhecido como 'genoma estrutural', pode ser o primeiro grande passo para o entendimento de todos os processos metabólicos do organismo. Projetos que visam determinar estruturas protéicas de um certo genoma não estão distantes da realidade científica brasileira. A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) está financiando o programa de seqüenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da 'praga do amarelinho' (clorose variegada dos citros), responsável por grandes perdas nos laranjais paulistas. O projeto está em fase final.

Os estudos aprofundados das estruturas e funções de proteínas codificadas nesse genoma poderiam ser feitos através de programa de genoma estrutural interagindo com o programa de estudos das funções dessas proteínas.

A demanda por cristalografia é reforçada pela



nova indústria farmacêutica, que busca informações mais precisas sobre a interação entre fármacos e proteínas. Tais dados levarão a drogas mais específicas e reduzirão o tempo de seleção de moléculas candidatas. No caso de inibidores de enzimas, por exemplo, o prazo de desenvolvimento de uma nova droga pode cair de 10 para apenas três anos, economizando esforço e dinheiro.

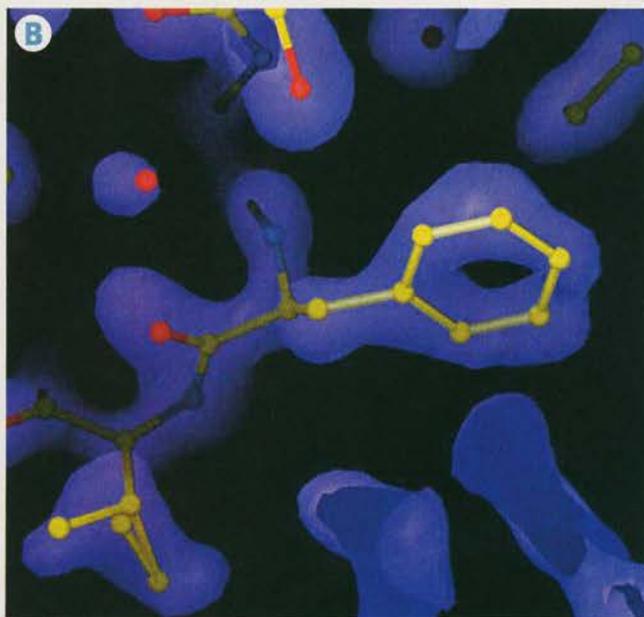
Na indústria farmacêutica, a necessidade de resultados rápidos e eficientes é tão forte que a cristalografia de proteínas com radiação síncrotron tornou-se imperativa. Tanto que 12 das maiores empresas do setor (figura 11) formaram a Associação de Cristalografia Macromolecular Industrial (IMCA, na sigla em inglês) para usar com exclusividade duas estações experimentais no síncrotron APS. O desenvolvimento racional de drogas, área de atuação mais promissora da cristalografia de proteínas, evidencia o grande potencial científico e econômico do método que usa a luz síncrotron.

A maioria das drogas disponíveis hoje no mercado foi descoberta ou por uma observação fortuita (como as plantas medicinais e a penicilina) ou através de exaustiva seleção sistemática de grande número de substâncias naturais e sintéticas. Em muitos casos, são necessários vários ensaios de tentativa-e-erro para verificar a potência e a toxicidade das substâncias descobertas. Praticamente empírico, esse processo requer longos prazos e altos custos para se

Figura 11. A cristalografia é essencial à nova indústria farmacêutica, tanto que 12 empresas do setor associaram-se para usar o mais avançado síncrotron nos Estados Unidos

Empresas associadas

- Abbott Bayer • Bristol-Myers • Squibb • GlaxoWellcome • Eli Lilly • Merck & Co., Inc.
- Monsanto/Searle • Parke Davis • Pharmacia & Upjohn • Procter & Gamble
- Schering-Plough • SmithKline Beecham



chegar ao produto final. O 'desenvolvimento racional de drogas' é mais direto, pois revela os processos moleculares das doenças.

O ponto de partida agora não é mais a droga em si, mas seu alvo molecular no organismo. E a tarefa é decifrar a estrutura tridimensional de uma proteína envolvida no processo da doença e desenvolver uma molécula química que se encaixe no alvo e altere sua atividade. É possível, por exemplo, desenvolver um composto químico que bloqueia o sítio catalítico de uma enzima essencial para a replicação de um vírus. No 'coquetel de drogas' administrado aos portadores do vírus da Aids, uma delas tem essa propriedade e foi desenvolvida com a ajuda da cristalografia pelas empresas Abbott e Merck. Essa droga é uma molécula capaz de inibir a ação de uma enzima (uma protease) específica do HIV, essencial para a montagem de novas partículas virais dentro das células infectadas e para sua disseminação por outras células.

Para a síntese dessa droga, um estudo cristalográfico da protease descreveu em detalhes o sítio a ser inativado. Conhecendo o tamanho e a forma desse sítio, além da estrutura das cadeias principais e laterais dos aminoácidos envolvidos na reação, foi possível definir que tipo de molécula química deveria ser sintetizada. Ela deveria ser capaz de se ligar de modo irreversível ao sítio, impedindo a ação da enzima. A cristalografia, portanto, ao detalhar o ponto a ser inativado, reduziu drasticamente o universo de moléculas a serem testadas, economizando dezenas de milhões de dólares e vários anos de exaustivos testes de seleção de drogas candidatas.

Outros medicamentos chegarão em breve ao mercado, graças à cristalografia. A Agouron Pharma-

ceuticals, por exemplo, desenvolve bloqueadores enzimáticos para tratamento de câncer. Essas drogas inibem a enzima timidina-sintase, que participa da síntese de nucleotídeos necessários à replicação do DNA de células tumorais e assim possibilita a sua multiplicação. A Merck também desenvolve inibidores de enzimas como a anidrase carbônica (envolvida no glaucoma) e a neutrófilo-elastase (no enfisema pulmonar). Essa elastase também atuaria em outras doenças, como a artrite reumatóide. Vale lembrar que muitas enzimas com funções 'normais' no organismo provocam doenças quando têm sua atividade alterada.

Como exemplo do desenvolvimento de uma droga, podemos citar o inibidor da enzima purina-nucleosídeo-fosforilase (PNP). A PNP é responsável pela 'recuperação' de purinas, moléculas orgânicas envolvidas em vários processos metabólicos, liberando a base purínica que às vezes está ligada a uma molécula de açúcar. No entanto, a PNP também destrói vários medicamentos anticancerígenos e antivirais, imitações sintéticas de nucleosídeos naturais, o que torna necessário inibir a PNP para que essas drogas cheguem íntegras a seus alvos.

Além disso, descobriu-se que, entre todas as células do corpo, apenas células T (do sistema imune) dependem totalmente da ação da PNP para sua sobrevivência. Algumas doenças, como artrite reumatóide, psoríase e esclerose múltipla, podem ser causadas por um aumento exagerado da atividade das células T. Assim, um inibidor de PNP também poderia ajudar no tratamento dessas doenças.

A cristalografia possibilitou visualizar o sítio (de ligação ao substrato) presente na PNP e os aminoácidos dessa enzima envolvidos na ligação. A análise dessas ligações permitiu prever que a substituição do átomo de nitrogênio por um de carbono, na posição nove do anel purínico, resultaria em interações mais intensas. O inibidor final, baseado na nova molécula, revelou-se até 100 vezes mais potente que os inibidores de PNP então disponíveis. Estudos cristalográficos dessa nova molécula mostraram que o aumento da afinidade decorre do reposicionamento dos aminoácidos do sítio ativo, que resultou na formação de duas pontes de hidrogênio fortes entre os átomos envolvidos na ligação. Esse medicamento já está na última fase de testes em seres humanos, antes da liberação para o mercado.

As informações obtidas com as técnicas de cristalografia de proteínas, portanto, são inestimáveis para a efetivação da capacidade da biotecnologia. Como as proteínas são produtos gênicos, o domínio de suas estruturas permitirá uma engenharia genética que tenha como objetivo a produção de proteínas específicas, que atendam a necessidades já presentes ou tenham aplicações ainda nem imaginadas. ■

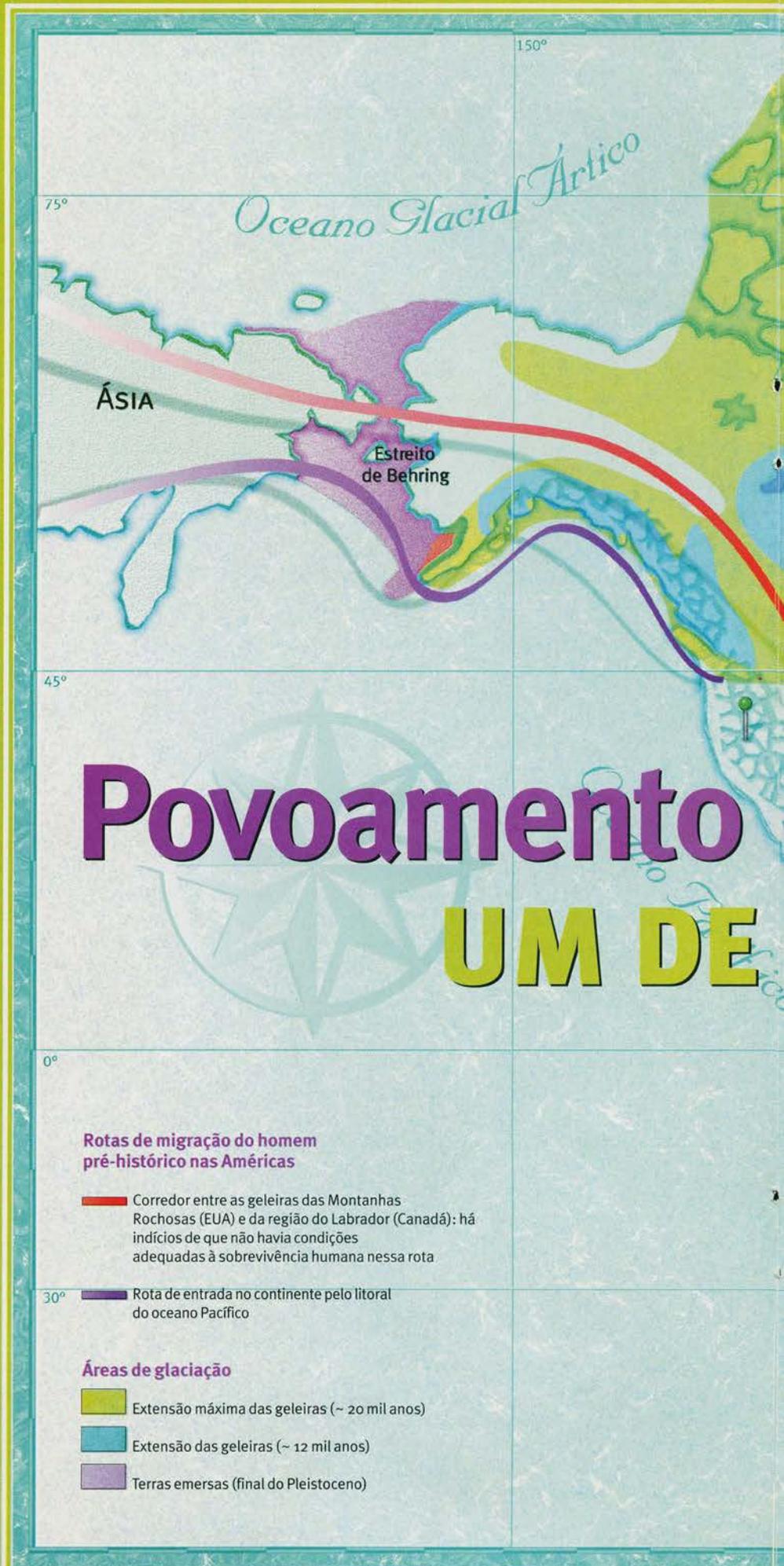
Sugestões para leitura

- BUGG, C.E., Carson, W.M. & Montgomery, J.A., 'Drugs by design', *Scientific American*, vol. 269, pp. 92-98, 1993.
- DRENTH, J., *Principles of protein X-ray crystallography*, Nova York, Springer-Verlag, 1994.
- GUINIER, A., *A estrutura da matéria: do céu azul ao material plástico*, São Paulo, Editora da USP, 1996.
- 'Synchrotron special issue', suplemento de *Nature Structural Biology*, vol. 5, 1998.

As discussões sobre a época em que os primeiros homens chegaram à América é o tema central deste artigo. Mas esse problema, que provoca debates tão apaixonados no meio científico, suscita outra dúvida, igualmente relevante, relativa ao trajeto que teriam seguido para alcançar o continente. Trabalhos apresentados no simpósio sobre povoamento das Américas, realizado ano passado na Universidade do Estado do Oregon, em Portland (EUA), por pesquisadores norte-americanos e canadenses, sugerem que, embora periodicamente livre, o corredor formado entre as geleiras das Montanhas Rochosas, nos EUA, e da região do Labrador, ao norte do Canadá, não oferecia condições adequadas à sobrevivência humana. Isso vem reforçar uma hipótese lançada há tempos mas até então raramente admitida pelos especialistas: a de que, após atravessar o estreito de Behring, o homem pode ter penetrado na América pelo litoral pacífico, contornando as geleiras das Rochosas. Aguardam-se, no entanto, provas seguras e muitos embates acadêmicos em torno dessa tese. No que diz respeito à época de entrada das primeiras levas humanas no continente, os supostos vestígios anteriores a 12,5 mil anos ainda são controversos, embora se saiba que o homem chegou à América do Norte antes dessa data.

André Prous

Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas/
Museu de História Natural,
Universidade Federal de Minas Gerais.
Pesquisador do CNPq responsável
pela Missão Arqueológica
Franco-Brasileira de Minas Gerais





Principais sítios pleistocênicos com vestígios das mais antigas populações ameríndias

● **Clóvis Folson** Os sítios dessa cultura espalham-se pela região centro-leste dos EUA. Instrumentos de caça ali encontrados em meados deste século foram considerados vestígios das mais antigas populações ameríndias no continente, que teriam vivido entre 10 e 11,5 mil anos atrás.

● **Meadowcroft** (nordeste dos EUA) e **Monte Verde I** (sul do Chile): A identificação desses sítios na segunda metade do século 20 sugerem uma ocupação humana mais antiga que a da cultura Clóvis: entre 15 e 19,6 mil anos para o primeiro e cerca de 30 mil para o segundo. Os especialistas divergem muito a respeito desses dados.

● **Calico** (Califórnia, EUA): Com base em formações geológicas desse sítio contendo supostos instrumentos humanos, propôs-se a presença do homem na América há pelo menos 70 mil anos. Como os artefatos são pouco convincentes, esse sítio é hoje desconsiderado pela maioria dos pesquisadores.

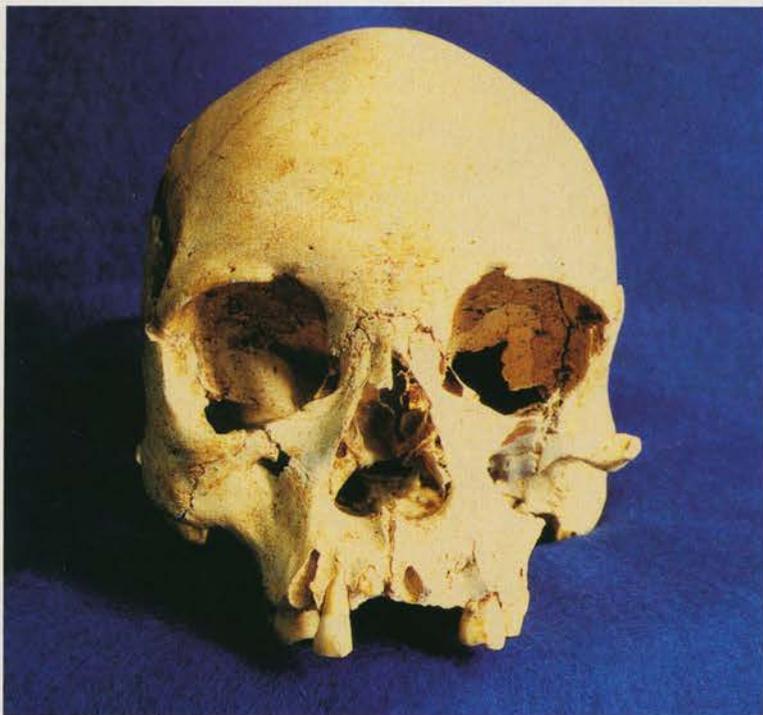
● **Pedra Furada** (Piauí, Brasil): A partir da datação de supostos instrumentos e fogueiras identificados nesse sítio, escavado por N. Guidon e F. Parenti, respectivamente nos anos 70 e 80, afirma-se que o homem está na América há mais de 40 mil anos. Mas muitas das conclusões apresentadas pelos pesquisadores que defendem essa hipótese são questionadas por alguns especialistas.

● **Itaboraí** (Rio de Janeiro, Brasil): Com base em supostos artefatos de quartzo encontrados nessa jazida paleontológica, M. Beltrão, que a escavou, defende a hipótese de que o homem esteja na América há 2.500.000 anos. A maioria dos arqueólogos considera que nenhum desses instrumentos têm origem humana.

● **Toca da Esperança** (Bahia, Brasil): M. Beltrão, H. e M.A. de Lumley encontraram artefatos de pedra em estratos desse sítio datados de 200 e 300 mil anos pelo método do ^{230}Th e do ^{234}U . Mas a margem de erro dessas datações é enorme e há indícios de perturbações estratigráficas.

● **Lapa Vermelha** (Minas Gerais, Brasil): Foi encontrado nesse sítio o mais antigo esqueleto conhecido das Américas, com cerca de 11 mil anos.

● **Lapa do Boquete e Santana do Riacho** (Minas Gerais, Brasil), **Pedra Pintada** (Amazonas, Brasil) e **Santa Elina** (Mato Grosso, Brasil): Esses sítios contêm vestígios inquestionáveis da presença do homem na região há 11-12 mil anos.



Crânio do mais antigo homem das Américas, com cerca de 11 mil anos, encontrado em Lapa Vermelha (MG), em 1975

Já no século 16 os europeus preocupavam-se em saber quando e como os primeiros indígenas chegaram às Américas. No início do século 20, sabia-se que os habitantes do Novo Mundo eram biologicamente aparentados com os asiáticos, embora se acreditasse também na possibilidade de migrações provenientes da Oceania. De qualquer modo, considerava-se que a entrada do homem no continente tivesse ocorrido, no máximo, cerca de seis milênios antes. No entanto, achados feitos em meados deste século vieram comprovar que os primeiros imigrantes caçavam grandes mamíferos, hoje extintos, nas planícies norte-americanas, entre 10 e 11,5 mil anos atrás. Os sítios da famosa cultura Clóvis, caracterizados pela presença de instrumentos de caça que incluem pontas de projétil lascadas e preparadas com uma técnica especial, o 'acanalamento', foram então considerados vestígios das mais antigas populações ameríndias.

Durante a segunda metade do nosso século, numerosos locais da América do Norte e do Sul forneceram



Raspadeira encontrada em Lapa Vermelha (MG), possivelmente com mais de 15 mil anos

indícios de uma possível ocupação humana bem mais antiga que a da cultura Clóvis, pouco antes do final do período geológico chamado Pleistoceno. Mas trata-se de ocorrências que permitem interpretações opostas, e os especialistas divergem muito a esse respeito.

Até hoje, apenas sítios datados entre 11 e 12,5 mil anos atrás apresentam vestígios inquestionáveis da presença humana na América. O estudo desses sítios permite saber também que os primeiros indígenas não eram apenas especializados na caça ao mamute ou ao bisonte, mas já tinham estratégias diversificadas de sobrevivência.

Neste artigo, explicamos sobretudo como se apresenta hoje o problema das origens (geográfica e biológica) do homem americano e como os pesquisadores tentam resolvê-lo. Os arqueólogos fazem um trabalho semelhante ao de detetives, que, na cena do crime, precisam interpretar vestígios muito variados. Testam hipóteses que elaboram com base não só em dados e conhecimentos objetivos, mas também a partir de sua intuição e preferências subjetivas.

MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO

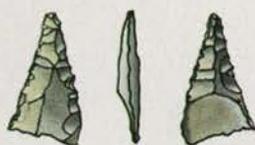
Os métodos de investigação podem ser biológicos, lingüísticos e arqueológicos. Os primeiros consistem em estudar as características morfológicas e genéticas (análises de DNA) dos índios atuais ou dos esqueletos e restos mumificados de populações antigas. Assim, pode-se comparar as populações ameríndias antigas com as atuais, para verificar se são oriundas de um ou vários estoques genéticos e analisar seu eventual parentesco com populações atuais e pré-históricas de outras partes do mundo.

Os recentes progressos na análise de DNA mitocondrial (mitocôndrias são organelas do citoplasma da célula que, como os cromossomos, contêm DNA) permitiram até mesmo a elaboração de um 'relógio molecular', que permite calcular o tempo necessário de permanência do homem no continente americano para justificar as atuais diferenças entre as populações indígenas. Embora ainda limitados, tais métodos são instrumentos potentes e promissores de investigação.

Os lingüistas estudam as semelhanças e diferenças entre as línguas ameríndias para determinar o grau de parentesco entre elas. Eles também tentaram encontrar um 'relógio lingüístico' capaz de determinar o tempo necessário para produzir a diversidade das línguas atuais e, a partir daí, estimar a época em que os primeiros homens chegaram ao continente.

Os arqueólogos procuram vestígios materiais (restos de habitação e de alimentos, instrumentos, esqueletos etc.) da presença humana preservados na terra.

DESENHO DE EMILIO FOGAÇA/UFMG



Em certas circunstâncias, dispõem de um 'relógio atômico' (como os testes de carbono 14) bastante confiável para datar esses vestígios ou camadas sedimentares onde estão preservados.

O CENÁRIO

Milênios antes do período geológico e climático atual, o clima da Terra era mais frio. Grandes geleiras estendiam-se imediatamente ao Norte das regiões hoje ditas temperadas do hemisfério norte; na maior parte das regiões intertropicais, embora o clima não fosse tão frio, imperavam climas geralmente mais secos que os de hoje. Como as águas ficavam retidas sob a forma de gelo nas zonas polares, o nível dos oceanos era cerca de 100 m mais baixo. Assim, podia-se transitar a pé por uma passagem de terra entre a Sibéria e o Alasca na região da Beríngia. Com as precipitações, as geleiras aumentavam, bloqueando essa passagem. Os períodos em que a travessia podia ser feita eram, portanto, bastante restritos.

A probabilidade de que alguma leva de imigrantes tenha vindo pelo mar há mais de 10 mil anos, quando as técnicas de navegação eram muito precárias, é remotíssima. A propósito, o povoamento das ilhas do Pacífico é comprovadamente muito mais recente.

Infelizmente, as regiões através das quais os imigrantes asiáticos alcançaram a América do Norte

Instrumentos provenientes da mais antiga ocupação da Lapa do Boquete (MG), há aproximadamente 10-12 mil anos

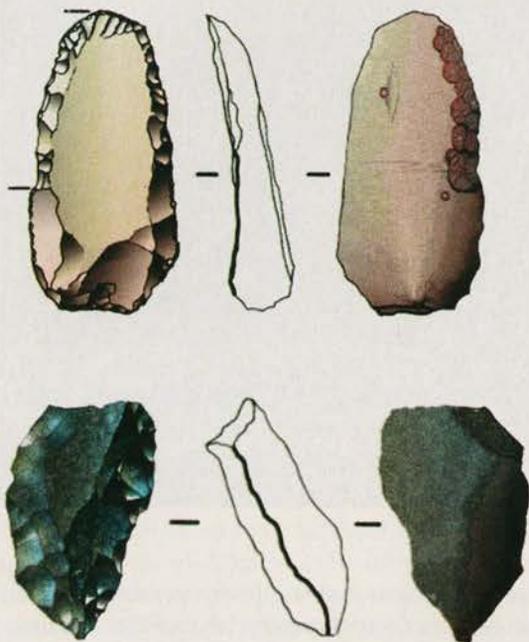
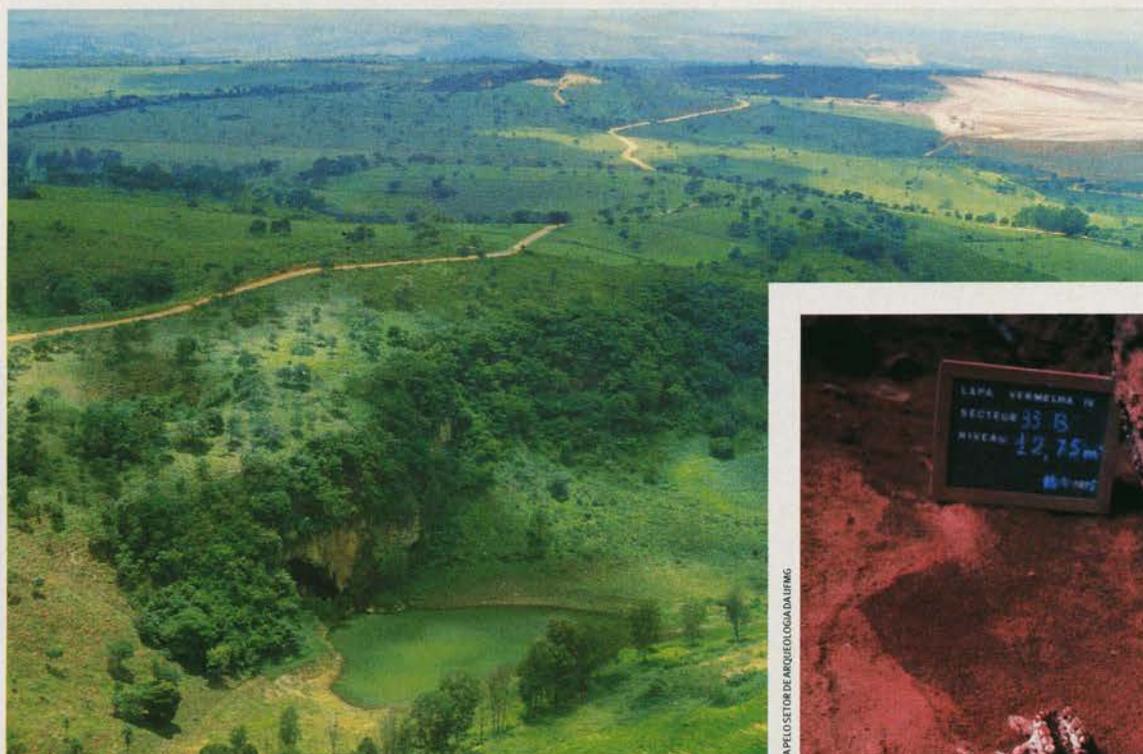


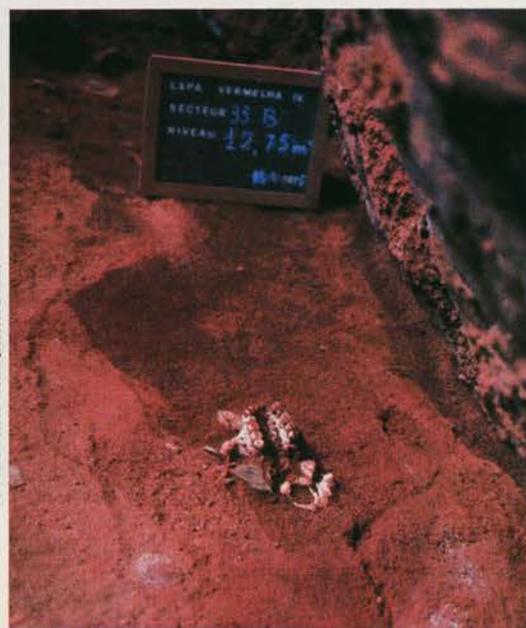
FOTO CEDIDA PELA MISSÃO ARQUEOLÓGICA FRANCO-BRASILEIRA DE MINAS GERAIS



Vista aérea do sítio arqueológico de Lapa Vermelha (MG)

Área de escavação do crânio encontrado em Lapa Vermelha (MG), em 1975

FOTO CEDIDA PELO SETOR DE ARQUEOLOGIA/UFMG



Corte
estratigráfico
em escavações
feitas no sítio
arqueológico
de Lapa
Vermelha



FOTOS: CEDODAS FOTOS SETOR DE ARQUEOLOGIA DA UFMG



FOTO: CEDODAS FOTOS SETOR DE ARQUEOLOGIA DA UFMG



Vista da área onde se localiza o sítio arqueológico
de Santana do Riacho (MG)

estão hoje sob as águas geladas do Ártico ou foram em algum momento ocupadas por geleiras. Os mais antigos locais de habitação da Beringia e do Alasca encontram-se, portanto, submersos ou foram destruídos pelo gelo. Os sítios identificados pelos arqueólogos localizam-se mais ao sul e não correspondem às regiões habitadas pelas primeiras gerações de colonos.

OS INDÍCIOS

Vestígios inquestionáveis da presença humana entre 11,5 e 12 mil anos atrás foram encontrados em abrigos ou, mais raramente, a céu aberto, na Califórnia e México (América do Norte) e no Chile central, no Peru e nas regiões Central e Nordeste do Brasil (América do Sul). Os sítios que permitem essa afirmação categórica contêm instrumentos de pedra lascada feitos com matéria-prima de boa qualidade trazida de fora da região. Muitos desses objetos, produzidos por meio de golpes certos, são complexos demais para ter sido produzidos por fenômenos naturais. Foram datados a partir do carvão de fogueiras e, por estar associados a artefatos, pode-se inferir que resultem de ação humana. Muitas vezes os sítios apresentam ainda vestígios alimentares característicos.

O estudo das condições de deposição do sedimento (a terra dentro da qual se encontram os vestígios)

permite verificar que não houve perturbações tardias capazes de misturar objetos recentes e antigos. A partir de 11 mil anos atrás, aparecem também esqueletos, particularmente numerosos nas imediações de Lagoa Santa (MG): Lapa Vermelha, Cerca Grande e Santana do Riacho.

Há vários sítios, no Brasil inclusive, com indícios de uma ocupação possivelmente mais antiga. Infelizmente, todos apresentam algum problema que impede de se chegar a uma conclusão definitiva. Vários parecem conter instrumentos de pedra, mas estes são feitos a partir de rochas do próprio local ou podem ter sido trazidos por fenômenos naturais. São tão toscos que o lascamento rudimentar pode ter resultado de um choque acidental: pedaços de blocos do teto, ao

Painel
de pinturas
ruprestes
no grande
abrigo
de Santana
do Riacho (MG)



FOTO: CECILIA PELO SETOR DE ARQUEOLOGIA DA UFMG

cair uns sobre os outros durante milênios, acabam se lascando espontaneamente. Restos de carvão e pedras queimadas podem ter sido produzidos por ação de raios. Embora, em outros casos, instrumentos e fogueiras pareçam inquestionáveis, há indícios de que as camadas sedimentares foram perturbadas e de que os vestígios arqueológicos podem ter-se infiltrado a partir de uma camada sedimentar mais recente.

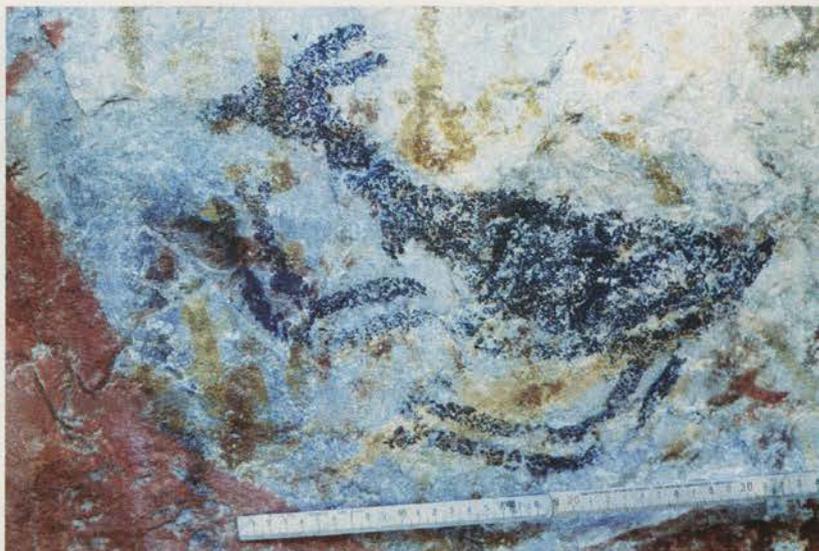
Não há por que recusar *a priori* a possibilidade de uma presença humana mais antiga na América, mas os indícios propostos devem ser meticulosamente avaliados. Muitas vezes os arqueólogos acabam interpretando os dados disponíveis de modo divergente, fazendo com que o público não saiba em que acreditar. Nos últimos anos, foi divulgada na imprensa a existência de sítios que comprovariam a presença do homem no Brasil há dezenas e até centenas de milhares de anos. É preciso que se saiba que os especialistas estão longe de alcançar unanimidade em torno desse assunto. De qualquer modo, se havia gente no Sul dos EUA 11,5 mil anos atrás e no Chile 12,5 mil anos atrás, deduz-se que seus antepassados tenham penetrado o Norte do continente – a milhares de quilômetros de lá – muito tempo antes.

OS ATORES

Quem eram os primeiros imigrantes? Nada podemos dizer a respeito de possíveis indígenas anteriores a 12-11 mil anos atrás. Verifica-se, no entanto, a partir desse instante a presença de populações muito diferentes tanto dos atuais asiáticos como dos índios modernos. Só a partir de aproximadamente 8 mil anos atrás é que aparecem vestígios de homens com traços asiáticos, ditos ‘mongolizados’, já bastante parecidos com os indígenas atuais.

Estudos muito recentes sugerem que os primeiros habitantes das Américas (autores da cultura Clóvis nos EUA e de outras culturas da mesma época na América do Sul) descendiam de uma população não mongolizada da Ásia central. Parte dessa população teria migrado para o sul, chegando à Austrália, enquanto outra parte teria viajado para o norte, penetrando as Américas. Pode-se, assim, explicar a semelhança entre o chamado Homem de Lagoa Santa e as populações aborígenes da Austrália, embora tenhamos certeza de que não houve navegação entre esses dois continentes. Na região de origem, esses primitivos *Homo sapiens* teriam sido substituídos por populações mongolizadas, que, por sua vez, produziram novas ondas migratórias em direção às Américas.

Essa hipótese, ainda em discussão, sugere que quatro ondas migratórias principais vindas da Ásia penetraram as Américas (os esquimós são represen-



tantes da última delas), sendo que pelo menos duas teriam alcançado a América do Sul.

PODEMOS CHEGAR A UM JULGAMENTO DEFINITIVO?

Enquanto a arqueologia fornece provas definitivas da presença humana na América entre 12,5 e 11 mil anos atrás, lingüistas e estudiosos de DNA mitocondrial acreditam que a diversificação biológica e lingüística que se verifica no continente permite supor um período de tempo maior, da ordem de 20-30 mil anos. Os arqueólogos não devem descartar essa possibilidade, mas o fato de os primeiros colonizadores terem sido provavelmente pouco numerosos faz com que sejam remotas as chances de identificação de seus vestígios. Caso alguns dos sítios polêmicos mencionados anteriormente sejam de fato marcas da sua presença, isso significaria que seus habitantes trabalhavam a pedra de modo muito grosseiro se levarmos em conta a habilidade de populações contemporâneas de outras partes do mundo. Mas essa hipótese é plausível, já que, sobretudo em meio tropical, a madeira pode ter sido muito mais utilizada do que a pedra.

Os cientistas devem, portanto, continuar buscando indícios dos primeiros americanos e discutir sua validade caso a caso. O papel da controvérsia na arqueologia, que não está no domínio das ciências experimentais, é essencial. Os ‘advogados do diabo’ são necessários para obrigar os que defendem a existência de sítios supostamente pleistocênicos na América a controlar suas informações, refinar seus argumentos e comprovar suas asserções. Mas nem sempre é fácil manter as discussões sobre esse tema – o mais polêmico da arqueologia americana hoje – nos limites da elegância desejável.

Pinturas rupestres no grande abrigo de Santana do Riacho (MG)

Sugestões para leitura

- Anais da conferência internacional sobre o povoamento das Américas in *Revista da Fundação do Homem Americano*, 1 (1), São Raimundo Nonato (PI), 1996.
- Dossiê ‘Surgimento do Homem na América’ in *Revista da USP*, 34:6-105, São Paulo, 1997.
- Symposium Peopling of the Americas: Genetic, Anthropological and Archaeological Studies in *Revista Brasileira de Genética*, 18 (4): 641-698, 1995.

FOTO: CECILIA PELO SETOR DE ARQUEOLOGIA DA UFMG



ECOLOGIA Obras de ampliação do porto aceleraram o processo de degradação ambiental

Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas

A contínua degradação ambiental sofrida pela baía de Sepetiba, localizada 60 km a oeste da cidade do Rio de Janeiro, poderá resultar não só na destruição da biodiversidade local, como também afetar outras áreas. Estudos recentes desenvolvidos nos Laboratório de Radioisótopos do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e no Departamento de

Geoquímica da Universidade Federal Fluminense (UFF) indicam que metais pesados poderão ser 'exportados' de Sepetiba para regiões marinhas próximas. Entre elas está a baía da Ilha Grande, local de imenso potencial turístico e importante pólo de maricultura.

A baía de Sepetiba se tornou alvo de agressões ambientais crescentes nas últimas três décadas.

O desenvolvimento industrial e o crescimento dos núcleos urbanos fez da região a segunda principal receptora de efluentes industriais do estado. As águas de Sepetiba recebem principalmente metais pesados – como cádmio, zinco, cromo, chumbo e mercúrio – derivados das indústrias de mineração, metalurgia e, mais recentemente, de despejos urbanos. As mais importantes fontes de polui-



bilização dos metais depositados nos sedimentos de fundo da baía. O sedimento em suspensão é o principal meio de transporte dos metais nas águas. Em seguida, esses poluentes são depositados novamente em sedimentos do fundo, importantes reservatórios desses elementos para a contaminação da coluna d'água e da biota (macro e microrganismos, vegetais e animais que vivem nos sedimentos, costões rochosos e na água).

Enquanto 'aprisionados' nos sedimentos, os metais estão imobilizados em uma condição anóxica (ausência de oxigênio). A dragagem provoca a oxidação desses sedimentos, liberando os metais que se encontravam sob a forma de compostos estáveis (sulfetos, complexos orgânicos), que passam então para a coluna d'água, ou seja, disponíveis para a biota.

Estima-se que, em uma camada de 50 cm do sedimento dragado, a quantidade de metais é de 7 toneladas (t) de cádmio, 4 t de cobre, 0,6 t de chumbo, 360 t de zinco e cerca de 0,5 t de mercúrio. Só em 1997, estima-se que 20,86 milhões de m³ de sedimen-

tos de fundo foram dragados durante as obras no porto. O despejo desse material foi feito em áreas situadas na baía e que ainda não haviam sido atingidas por efluentes industriais, como a região no entorno da ilha Jaguanum.

As conseqüências negativas das dragagens atingiram os organismos marinhos que vivem no local de despejo dos sedimentos, o chamado 'bota-fora'. Análises das concentrações de metais em macrófitas marinhas revelaram concentrações de cádmio cerca de quatro vezes mais elevadas durante o ano de 1997 (período mais intenso das dragagens) do que as normalmente encontradas na região. Além disso, estudos dos pesquisadores da UFRJ e UFF nos anos 80 indicaram as ostras como a principal via de contaminação dos humanos que costumam ingerir o pescado.

A situação se agrava por não existirem programas governamentais de monitoramento ambiental eficientes. Estudos isolados identificaram o zinco e o cádmio como os principais poluentes de Sepetiba, mas são necessárias análises periódicas de longo prazo para que sejam desenvolvidas

Diversos fatores influem na degradação ambiental da baía de Sepetiba:

1. Indústria beneficiadora de zinco
2. Transporte de poluentes via sistema fluvial
3. Crescimento dos núcleos urbanos
4. Desmatamento das áreas de manguezais
5. Porto de Sepetiba

Os rejeitos originados de uma das indústrias poluidoras de Sepetiba formam um grande monte

ção são: uma indústria beneficiadora de zinco, uma siderúrgica de grande porte, dezenas de pequenas metalúrgicas, uma usina termelétrica, um grande aterro sanitário, esgoto urbano não tratado e atividades portuárias.

A ampliação do porto de Sepetiba, incluída no Plano Plurianual 1996/1999 do governo do estado do Rio de Janeiro: 'Programa Estratégico: Complexo Portuário Industrial de Sepetiba', foi uma das principais aceleradoras da degradação ambiental. Para tornar Sepetiba o maior porto receptor do Mercosul, foi necessário dragar os sedimentos do canal de acesso sul, o que permitirá o tráfego de navios de grande porte. Essa dragagem resultou na remo-



propostas eficazes para diminuir o impacto ambiental.

Luiz Drude de Lacerda, do Departamento de Geoquímica da UFF, e colaboradores fizeram, em 1994, levantamento dos trabalhos publicados sobre a contaminação por metais pesados em ambientes costeiros do estado do Rio de Janeiro, a partir de 1980. Foram encontradas 301 publicações, sendo que 32% dos estudos foram desenvolvidos na baía de Sepetiba. A vasta bibliografia está disponível no seguinte endereço eletrônico: bcvg@vmpho.uff.br

Uma das principais comunidades pesqueiras do estado, a baía de Sepetiba ainda tem, no entanto, sua biodiversidade pouco conhecida. São urgentes pesquisas para revelar mais sobre esse ecossistema: em pouco tempo o porto se tornará muito ativo e organismos estranhos ao ambiente podem ser trazidos na água de lastro (água usada nos tanques para estabilizar as embarcações) dos navios que cruzam os continentes. As conseqüências poderão ser sanitárias, econômicas e ecológicas. Medidas devem ser tomadas antes que a degradação se torne irreversível, como ocorreu nas baías de Guanabara (RJ) e Santos (SP).

Gilberto M. Amado Filho

Programa Zona Costeira,
Instituto de Pesquisas Jardim
Botânico do Rio de Janeiro

Carlos Eduardo Rezende

Centro de Biociências
e Biotecnologia,
Universidade Estadual
do Norte Fluminense

Luiz Drude de Lacerda

Departamento de Geoquímica,
Universidade
Federal Fluminense

TOXICOLOGIA Pesquisa revela taxas elevadas
do metal em itens básicos da dieta humana

O urânio nosso de cada dia

A pesar de sua importância na fabricação de elemento combustível essencial à geração de energia em usinas atômicas, o urânio assombra diante dos riscos de um vazamento acidental. Mas o perigo desse metal para a saúde humana não se restringe à sua utilização como combustível nuclear; está também no fato de concentrar-se, em quantidades variáveis, em muitos alimentos de origem animal e vegetal.

O problema é sério e vem merecendo um amplo estudo, conduzido no Laboratório do Acelerador Linear, do Instituto de Física da USP, com o apoio da Faculdade de Veterinária de Araçatuba/Unesp, da Universidade de Santo Amaro (SP), do Centro de Biotecnologia e Engenharia Genética de Cuba e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Nucleares (SP).

“Em fertilizantes fosfatados e no fosfato bicálcico detectamos concen-

trações de urânio que variavam de 10 a 200 partes por milhão (ppm)”, relata o físico da USP João Arruda Neto, coordenador dos trabalhos. A Organização Mundial de Saúde não admite mais que 30 ppm diários de urânio em produtos a serem ingeridos. Arruda lembra que apenas parte do metal presente nos fertilizantes é absorvida pelas plantas que adubam. O fosfato bicálcico, vale lembrar, é um complemento mineral usado para enriquecer a ração de aves e gado de corte (nas proporções de 50% e 30% respectivamente), que mais tarde serão consumidos pelo homem.

Testes feitos com ratos *wistar* tratados com produtos contendo urânio revelaram elevada concentração da substância principalmente nos rins, fígado, coração e intestino (ver figura). Os ossos, sobretudo os fêmures, ainda estão sendo analisados. Os dados já disponíveis indicam que, de todo o urânio absorvido (ingestão menos excreção), 80% foram para o tecido ósseo. É preciso lembrar, no entanto, que os ratos testados ingeriram diariamente o metal desde o desmame. Testes como esses permitem deduzir o que pode ocorrer no organismo de outros animais e do próprio homem. “A extrapolação é perfeitamente aceitável”, diz Arruda.

As plantas, que podem acumular o urânio natural do solo ou presente em fertilizantes fosfatados, também são alvo de investigação da equipe, que já começou a estudar a capacida-



de de absorção do metal por alfaces cultivadas em soluções hidropônicas. Em breve, outros vegetais também serão monitorados.

Os pesquisadores querem calcular a taxa de transferência de urânio do solo para as plantas e saber qual a concentração do metal em cada uma de suas partes.

O efeito radiológico do urânio no organismo humano é extremamente deletério. "O maior problema é que, como o urânio mimetiza o cálcio, o organismo o reconhece como tal, incorporando-o



do para sempre ao seu sistema ósseo. Como é um elemento radioativo, o urânio absorvido passa a bombardear a medula, abrindo caminho para a instalação de tumores malignos.

Seus efeitos toxicológicos não são menos sérios. Ingerido, o urânio acumula-se em vários órgãos,

aos ossos e à medula", relata João Arruda. Isso é especialmente grave no caso de indivíduos que estão em fase de crescimento, pois o metal ficará incorpora-

principalmente nos rins, provocando danos às vezes irreversíveis, como a falência renal crônica.

Diante da constatação de que o urânio tende a acumular-se nas vísceras animais, como apontaram os testes feitos com ratos *wistar*, João Arruda recomenda que, em alguns casos, talvez as pessoas precisem alterar seus hábitos alimentares. As partes menos nobres devem ser preteridas em favor do músculo, que, segundo a pesquisa, concentrou quantidades ínfimas do metal.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/MG

'Heavy metal'

O urânio (U) é o mais pesado dos elementos da natureza, podendo ser encontrado em muitas rochas da crosta terrestre, em concentrações que variam de 2 a 4 partes por milhão, e até na água do mar. Ocorre sob diferentes formas, chamadas isótopos, que se diferenciam umas das outras de acordo com o número de nêutrons existentes no núcleo do átomo. O urânio 'natural' é uma mistura dos isótopos U-238 e U-235, respectivamente na proporção de 99,3% e 0,7%.

Este último é importante porque, em certas condições, pode romper-se subitamente, liberando grande quantidade de energia. É, portanto, físsil, daí a expressão 'fissão nuclear'. Por sua enorme capacidade de gerar energia em usinas atômicas, é uma substância de grande interesse em todo o mundo.

As maiores reservas de urânio estão na Austrália (que detém um quarto do total mundial), Canadá (o maior supridor do mercado internacional), EUA, África do Sul, Brasil, Namíbia e Cazaquistão. No Brasil está a quinta maior reserva mundial de urânio, com aproximadamente 300 mil toneladas, das quais um terço se concentra em Lagoa Real (BA). Outras jazidas brasileiras de destaque estão nos municípios de Caldas (MG) e Itataia (CE).

No Complexo Mínero-Industrial do Planalto de Poços de Caldas (MG), a Indústrias Nucleares do Brasil (INB) extrai e beneficia urânio para produzir a substância conhecida como *yellowcake*, dando início ao ciclo do combustível nuclear.

Na área de tratamento físico de minerais, a INB beneficia monazita, zirconita, ilmenita e rutilo na usina de Buena (RJ). Esses minérios têm elevados teores de tório, elemento radioativo natural, e terras raras de alto valor comercial. A INB desenvolveu tecnologia para separar essas terras raras, indispensáveis à produção de componentes de alta tecnologia usados em telefones celulares, tubos de imagem de televisão e cerâmicas de alto desempenho. Na Fábrica de Elementos Combustíveis, em Resende (RJ), a INB produz, além dos elementos combustíveis para os reatores de Angra I, materiais como os conjuntos mecânicos usados no primeiro e segundo Satélites Brasileiros de Coleta de Dados e em equipamentos para o caça AMX, da Embraer.

Concentração de U em ratos alimentados com ração contendo 50 ppm do metal

Órgão	Concentração*
Rins	480,0
Fígado	40,0
Coração	32,0
Intestino	13,0
Pele	2,6
Cérebro	2,4
Testículos	1,8

*mg de U por kg de massa do órgão

EPIDEMIOLOGIA Estatísticas do Ministério da Saúde mostram a mudança do perfil dos portadores de Aids

Os outros alvos do vírus HIV

O perfil dos brasileiros infectados com o vírus da imunodeficiência humana (HIV) está em transformação: a doença extrapolou os grupos inicialmente mais atingidos – homossexuais (brancos, de classe média), hemofílicos e os que sofreram diversas transfusões de sangue. Estatísticas da Coordenação Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST) e Aids, do Ministério da Saúde, apontam crescente incidência de infectados em outros setores da população: heterossexuais, mulheres, integrantes de baixas classes sociais e habitantes de cidades do interior do país.

A ampliação dos grupos de portadores da síndrome, no entanto, corre paralela a uma estabilização da doença. Desde 1994, o número de pessoas infectadas a cada ano tem se mantido em torno de

17 mil no Brasil. Para Elizabeth Moreira dos Santos, do Departamento de Endemias da Fundação Oswaldo Cruz, esse é o ciclo normal das epidemias. "Qualquer epidemia tende a fazer uma curva. Cresce a passos largos no primeiro momento, até ser descoberta, pesquisada e atingir um patamar de estabilidade, para depois descender", esclarece.

Desde o início dos anos 80, quando a doença surgiu no país, já foram notificados cerca de 146 mil casos até janeiro deste ano.

Distribuição dos casos de Aids e coeficientes de incidência (taxa por 100.000 habitantes), segundo o período de diagnóstico e local de residência (Unidade Federada e Macrorregião) – Brasil, 1980-1998*

UF/Macrorregião	1985		1990		1995		1998	
	Nº	TAXA	Nº	TAXA	Nº	TAXA	Nº	TAXA
Brasil	553	0,4	8.584	5,8	18.383	11,9	7.564	4,9
Norte	–	–	103	1,1	382	3,6	174	1,6
Nordeste	32	0,1	654	1,5	1.474	3,3	1.298	2,9
Centro-Oeste	11	0,1	297	3,2	1.089	10,6	535	5,2
Sudeste	496	0,9	6.698	10,3	12.710	19,3	3.175	4,8
Sul	14	0,1	832	3,8	2.728	11,9	2.382	10,4

(*) 1998 (Dados preliminares até a semana 47, terminada em 28/11). Dados sujeitos a revisão.

Em 49% deles, a transmissão foi por via sexual. No entanto, houve uma redução da incidência entre homo e bissexuais: em 1986, esse grupo representava 71% dos casos registrados, porcentagem que caiu para 21,3% em 1997.

O crescimento da ocorrência do HIV em mulheres não é novidade no Brasil, mas a situação é a

A feminização da Aids tem outra consequência que preocupa as autoridades de saúde: a transmissão durante a gravidez, parto ou amamentação. Estima-se que 0,4% das mulheres infectadas sejam gestantes. O governo distribui AZT grátis para mais de 10 mil gestantes e recém-nascidos nas 150 maternidades credenciadas.

gas e no papel dos bissexuais difundindo a doença entre 'heteros' e homossexuais". Entre 1993 e 1998, os boletins do Ministério da Saúde apontam que, em 56% dos casos notificados de mulheres infectadas, a transmissão ocorreu por relações heterossexuais. O uso de drogas injetáveis foi a causa em 16% dos casos.

Distribuição dos casos de Aids, segundo o ano de diagnóstico, faixa etária e razão por sexo - Brasil, 1980-1998*

ANO DE DIAGNÓSTICO	NÚMERO DE CASOS POR FAIXA ETÁRIA**									TOTAL						
	MENORES DE 13 ANOS			13 A 49 ANOS			MAIORES DE 50 ANOS			Mas.	Fem.	M/F				
	Mas.	Fem.	M/F	Mas.	Fem.	M/F	Mas.	Fem.	M/F							
1980	-	-	-	1	-	1	/-	-	-	-	1	-	1	/-		
1985	13	3	4	/1	458	17	27	/1	49	1	49	/1	520	21	25	/1
1990	177	127	1	/1	6.573	1.072	6	/1	497	80	6	/1	7.247	1.279	6	/1
1995	304	338	1	/1	12.435	3.964	3	/1	1.007	327	3	/1	13.746	4.629	3	/1
1998	133	115	1	/1	4.596	2.083	2	/1	443	185	2	/1	5.172	2.383	2	/1
Total	2.584	2.355	1	/1	101.469	28.211	4	/1	7.964	2.285	3	/1	112.017	32.851	3	/1

(*) 1998 (Dados preliminares até a semana 47, terminada em 28/11)

**Excluindo 459 casos de idade ignorada, assim distribuídos segundo o sexo: 384 do sexo masculino e 75 do sexo feminino. Dados sujeitos a revisão.

cada dia mais preocupante. Segundo dados do Ministério da Saúde e do Programa de Combate à Aids da Organização das Nações Unidas (ONU), a proporção de mulheres infectadas no país não pára de crescer. Em 1985, um em cada 25 soropositivos era do sexo feminino. Cinco anos depois, essa fração chegou a um para seis e, em 1995, alcançou um para três. Hoje, na faixa etária entre 18 e 24 anos, a proporção é de um para um. Nas outras faixas de idade, é de um para dois. Do total de casos notificados até hoje, 22,7% são mulheres, entre as quais 3,5% são menores de 13 anos.

"As gestantes soropositivas recebem AZT via oral e venosa. O bebê é medicado com xarope durante o primeiro mês de vida, o que funciona como uma espécie de vacina", diz Pedro Chequer, coordenador nacional de DST e Aids. Esse tratamento reduz em 70% os riscos de transmissão do vírus da mãe para o filho.

As causas do crescimento da doença entre as mulheres são muitas. Elizabeth Moreira dos Santos destaca que "uma das possíveis origens dessa feminização estaria no uso compartilhado de drogas injetáveis, no envolvimento das mulheres no tráfico de dro-

Baixa escolaridade predomina

Se inicialmente a doença atingiu um grupo de alta escolaridade, hoje a situação se inverteu: 60% dos infectados são pobres e não completaram o curso primário. Pesquisadores acreditam que a epidemia de Aids teve maior impacto sobre os grupos mais indefesos da sociedade, sem recursos para adquirir medicamentos e sem acesso a informações sobre prevenção. "A Aids tomou o rumo de todas as infecções na história do Terceiro Mundo, atinge preferencialmente os pobres, pouco instruídos e os menos favorecidos

Doença é comum entre usuários de drogas injetáveis

O uso de drogas injetáveis, através de seringas compartilhadas, foi a causa de 21% dos casos de Aids notificados no Brasil. Para saber mais sobre os hábitos desse grupo, a Coordenação Nacional de DST e Aids do Ministério da Saúde realizou uma pesquisa entre os freqüentadores dos Programas de Redução de Danos – destinados a educar e minimizar os comportamentos de risco – de Porto Alegre (RS), Itajaí (SC), Sorocaba, São Paulo e São José do Rio Preto (SP). O estudo indicou que, nesses municípios, 53% dos inscritos nos programas já estão infectados com o HIV. A menor taxa de infecção está em Sorocaba (SP), com 21,4%, e a maior em Itajaí (SC), com 78%.

Das mulheres reconhecidamente portadoras do vírus, 36% foram infectadas direta ou indiretamente pelo uso, acompanhado de hábitos de risco, de drogas injetáveis: um grupo é usuário e outro manteve relações sexuais com parceiros usuários.

A pesquisa mostrou que, nas relações heterossexuais, freqüentemente

o preservativo não é usado. O sexo é uma das principais formas de conseguir drogas: 50% dos entrevistados homo ou bissexuais as adquirem assim.

Os usuários de drogas injetáveis são na maioria homens (80%), entre 20 e 40 anos, com razoável nível escolar (50% têm pelo menos o primeiro grau completo). O desemprego é constante: na época da pesquisa 82% dos entrevistados. Mais de 30% não tinham onde morar e 70% já haviam sido presos.

O Programa de Redução de Danos fornece seringas para 60% dos entrevistados, que dizem não compartilhá-las.

A maioria se sente constrangida de comprar seringas novas em farmácias e 40% admitem já ter compartilhado pelo menos uma vez. Um dos objetivos principais dos 13 Programas de Redução de Danos existentes no país é evitar os chamados comportamentos de risco entre os usuários de drogas injetáveis, que, em alguns municípios do Sul e Sudeste, representam 60% dos soropositivos notificados.

da sociedade”, conclui Elizabeth Moreira.

O HIV espalha-se pelo território nacional. Os primeiros soropositivos foram identificados no Rio de Janeiro e em São Paulo e hoje, após 18 anos de epidemia, casos já foram notificados em 27 estados. O mais recente boletim epidemiológico da Coordenadoria Nacional de DST e Aids indica que dos 5.506 municípios brasileiros, 2.914 (53%) já apresentam pelo menos um portador da síndrome.

“A ruralização pode vir a ser a próxima etapa da rede de transmissão da doença, embora as ações do governo sejam feitas no sentido de evitar isso”, prevê Pedro Chequer.

Apesar de 81% dos casos se concentrarem em 100 municípios, 21 deles capitais, os sinais da interiorização da doença já existem. “Provavelmente, a epidemia começa a varrer o país em 1989, seguindo a trajetória do tráfico de drogas, que propicia o uso de agulhas compartilhadas, e da

malha rodoviária do país. Assim, os viajantes partem das grandes cidades para o interior, através das rodovias, e vão disseminando a doença. Da mesma forma, grandes epidemias atingem certos países através dos portos e dos aeroportos”, avalia Chequer.

Claudia Amorim
Especial para *Ciência Hoje*/R)

MEDICINA Projeto nordestino incentiva o uso de fitoterápicos pela população carente

Plantas que curam

Compressas à base de folha de cajazeira para curar crise de herpes. Xarope de chambá para acabar com a mais forte das toses. Elixir de aroeira para sanar aquela úlcera. Essas são apenas algumas das receitas prescritas pelo projeto Farmácias Vivas (FV), da Universidade Federal do Ceará (UFCE). O objetivo é difundir, entre a população carente que não tem dinheiro para comprar remédios alopáticos, o uso de plantas medicinais cientificamente validadas. Além do caráter assistencial, o FV realiza constantes estudos farmacológicos com as plan-

tas nordestinas para descobrir novos 'remédios vivos'.

Desde 1983, representantes de comunidades e municípios do Ceará contactam a UFCE para aderir ao programa. Planta-se uma horta medicinal comunitária em cada local sob orientação de especialistas do FV e montam-se oficinas farmacêuticas. Nas regiões de difícil acesso, pessoas da própria comunidade recebem treinamento técnico-científico para manter a horta, e as famílias aprendem a fazer remédios através de panfletos explicativos (ver 'Algumas receitas').

Medicamentos baratos

O coordenador do FV, Francisco José de Abreu Matos, que há três décadas trabalha com plantas medicinais na UFCE, explica o sucesso do projeto em seus 16 anos de vida: "Cerca de 85% da população brasileira não têm dinheiro para comprar todos os remédios de que precisa. Assim, as pessoas aproveitam o que dá na terra: as plantas. Mas, para usar corretamente as plantas, é preciso que a população receba orientação especializada".

A economia ao substituir um remédio comum por um fitoterá- ▶

Algumas receitas

Os panfletos distribuídos pelo Farmácias Vivas à população carente, através das comunidades organizadas, secretarias municipais de saúde e ONGs, ensinam, de maneira clara, como reconhecer as plantas, preparar os remédios e usá-los corretamente. Veja alguns exemplos apropriados ao Nordeste:

ALECRIM-PIMENTA ▶ Anti-séptico de uso local

FORMATO DO REMÉDIO

tintura

MODO DE PREPARO

1. Encher um frasco bem limpo e de boca larga com folhas colhidas do pé de alecrim-pimenta. **2.** Encher a metade do frasco com álcool de farmácia e completar com água filtrada e fervida. **3.** Aguardar três dias lembrando de agitar o frasco pelo menos uma vez por dia. **4.** Usando um coador, passar a tintura pronta para outro frasco com gargalo menor e guardá-lo em lugar seguro.

MODO DE USAR

A tintura pode ser usada em compressas locais para cura de ferimentos na pele e no couro cabeludo. Meio copo d'água, acrescido de uma colher da tintura, pode servir para gargarejo e bochecho no combate a infecções da boca ou garganta. A mesma solução também serve para lavagens vaginais, como desodorante íntimo.



FOTOS DE RICARDO MATOS

espinheira-santa
(*Maytenus ilicifolia* Martius)



pico é realmente significativa: o elixir de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), que age contra úlcera e gastrite, custa no máximo R\$ 3 para a FV de uma secretaria de Saúde, enquanto um medicamento alopatóico para o mesmo fim chega a R\$ 14. A eficácia do elixir é boa – cicatriza uma úlcera em poucas semanas – e só foi registrada uma leve prisão de ventre como efeito colateral. A única desvantagem dos fitoterápicos é que, se não forem usados, podem estragar em até três meses.

Na UFCE, uma horta-matriz de três quartos de hectare é mantida com mais de 100 plantas típicas do Nordeste para pesquisa e produção de mudas. Entre elas, 30 já têm suas atividades comprovadas cientificamente e já passaram nos testes de toxicidade.

O processo de validação, além de caro, pode levar alguns anos. A partir do conhecimento popular e de estudos botânicos e químicos sobre uma planta, testam-

se seus efeitos medicinais em animais de laboratório. Verificada a eficácia nesses ensaios, a planta tem sua toxicidade analisada. Passada a segunda etapa, chega a hora de testá-la em humanos. O elixir de aroeira, por exemplo, “obteve sucesso nos 30 pacientes do Hospital Universitário em que foi aplicado”, afirma uma das pesquisadoras que desenvolveu o remédio, a farmacêutica Mary Anne Medeiros, do Departamento de Farmácia da universidade.

As plantas

Entre as plantas de maior uso está o alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), com ação antiinfeciosa de uso local. Após ser plantado e utilizado pela comunidade da favela de Quatro-varas, em Fortaleza, foi apelidado de “o general das plantas medicinais”, tão impressionados ficaram os moradores do local com a eficácia do alecrim. O chá de goiabeira-vermelha (*Psidium guajava* L.), antimicrobiano que ataca os germes responsáveis pela diarreia, e o xarope de chambá (*Justicia pectoralis* Jacq.), expectorante me-

lhor do que muitos presentes no mercado, estão também entre os mais requeridos pela população carente.

Doenças crônicas também podem ser combatidas com plantas. A folha de cajazeira, por exemplo, é um excelente remédio contra herpes. Ela contém duas substâncias – a geranina e a galoilgeranina – que atacam diretamente o vírus causador da doença. Os especialistas do FV recomendam a ingestão de pequenas doses de um cozimento bem forte à base da folha, além de compressa por quatro ou cinco minutos no local. A crise de herpes acaba em três dias e demora mais para aparecer de novo. Há casos de pacientes que não tiveram recaídas por dois anos. Para facilitar a aplicação do remédio, já existe uma versão em pomada sendo desenvolvida por pesquisadores da universidade. O projeto da UFCE aproveitou a pesquisa de cientistas belgas, da Universidade de Antuérpia, responsáveis pela comprovação da atividade da planta contra o vírus da herpes labial.

CHAMBÁ - Contra tosse e asma

FORMATO DO REMÉDIO

xarope

MODO DE PREPARO

1. Cozinhar um punhado de folhas de chambá em 50 ou 100 ml de água. **2.** Ao sentir um cheiro forte, interromper a fervura. **3.** Cobrir com um punhado de malvariço (*Plectranthus amboinicus*) e deixar esfriar. **4.** Preparar, em separado, um xarope aquecendo 30 folhas frescas de malvariço junto com 300 g de açúcar, arrumados em camadas. Não colocar água. Tomar cuidado para não queimar. **5.** Juntar o xarope de malvariço com o cozimento de chambá coando os dois para um frasco limpo. **6.** Lavar o frasco depois de fechado e guardá-lo em lugar protegido da poeira.

MODO DE USAR

Tomar duas colheres de sopa duas ou três vezes ao dia durante as crises de tosse. Crianças devem tomar metade dessa dose. Importante: o prazo de validade do xarope é de um mês se mantido em geladeira.



FOLHA DE CAJAZEIRA ▶ Contra a herpes**FORMATO DO REMÉDIO**

chá e compressas

MODO DE PREPARO

1. Ferver 100 g de folhas e ramos finos e jovens de cajazeira junto com meio litro de água. **2.** Coar com um pano fino e armazenar o líquido na geladeira.

MODO DE USAR

Tomar uma xícara de café três vezes ao dia até a crise passar. Aplicar também compressas locais por cinco a 10 minutos, uma ou mais vezes ao dia. Importante: Renovar o líquido a cada três dias. A preparação pode fermentar muito facilmente. Observar diariamente se há presença de mofo ou espuma – nesses casos, jogar fora o que resta e preparar um chá novo.

Mais receitas podem ser encontradas no livro **Farmácias Vivas** do professor F.J. Abreu Matos, da UFCE Edições.

**Outros programas similares**

Há em outras regiões do Brasil projetos parecidos de pesquisa e incentivo ao uso de fitoterápicos. A cidade de Vitória (ES) tem um programa, montado pela médica Henriqueta do Sacramento, para distribuir fitoterápicos em seus postos de saúde. Em Olinda (PE), o Centro Nordestino de Medicina Popular (CNMP) ajuda mais de 40 comunidades a se prevenir contra doenças, inserindo plantas medicinais no cardápio do dia-a-dia. Cada um desses programas utiliza plantas típicas de sua própria região.

A descentralização da produção de fitoterápicos é defendida por especialistas. Celerino Carriconde, coordenador do CNMP, explica que a medida economiza gastos em transporte. Além disso, há mais de uma planta para o mesmo fim em regiões diferentes. Levar sementes para longe de sua área natal não é uma boa idéia: algumas espécies podem ter seus princípios ativos modificados e, por conseguinte, sua efi-

cácia comprometida caso sejam plantadas em solos inadequados.

Mas nem tudo são flores na fitoterapia brasileira. Durante o 6º Congresso Nacional de Plantas Mediciniais no Serviço Público, realizado em Santo André (SP), em outubro, pesquisadores e médicos de todo o país protestaram contra a falta de uma política pública nacional que incentive o uso de fitoterápicos. Eles encontram ainda muitas barreiras para a validação, produção e distribuição de remédios à base de plantas medicinais.

Independentemente das discussões políticas em torno do assunto, a UFCE continua levando o Farmácias Vivas à frente. Os trabalhos estão, no momento, centrados na química das plantas cultivadas na horta-matriz. “Queremos, agora, aprofundar nosso conhecimento sobre as plantas que temos no FV”, comenta Mary Anne Medeiros.

Fernando Paiva
Ciência Hoje/RJ

Biopirataria

A riqueza da flora brasileira atrai o interesse de pesquisadores e empresas estrangeiras. Japão, França e Canadá já patentearam remédios à base de plantas medicinais brasileiras. As escolhidas foram, respectivamente, a **quebra-pedra** (*Phyllanthus niruri* L.), a **copaíba** (*Copanera langsdorffii*) e a **espinheira-santa** (*Maytenus ilicifolia* Martius). A primeira serve contra cálculos renais e gota, a segunda contra inflamação na garganta e a terceira contra males estomacais. Segundo Celerino Carriconde, coordenador do CNMP, em Olinda, Pernambuco, a melhor maneira de proteger nossa flora da biopirataria é incentivar de forma intensa e permanente os estudos nacionais na área de fitoterapia.



FARMACOLOGIA

NOVO REMÉDIO PARA AS DORES DE CÂNCER

As dores dos pacientes que sofrem de câncer com metástase óssea já podem ser amenizadas com a aplicação de uma simples injeção. A medicação contém o complexo radioativo $^{153}\text{Sm-EDTMP}$ e, com aplicações regulares, consegue diminuir até 85% das dores ósseas dos pacientes. A substância EDTMP faz com que o ^{153}Sm , um radioisótopo de samário que tem ação terapêutica contra o câncer, chegue até o sistema ósseo do paciente, funcionando como um condutor do material radioativo.

O novo medicamento está sendo produzido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), em São Paulo, e, segundo o engenheiro químico Haroldo Gasiglia, a injeção possui vantagens significativas comparada com o ^{89}Sr (estrôncio), radioisótopo importado usado para o mesmo tratamento.

Uma das vantagens do novo remédio é que o ^{153}Sm , através da emissão da radiação gama, permite a obtenção de imagens do sistema ósseo, o que resulta em diagnósticos mais precisos. Além disso, o complexo radioativo do Ipen custa R\$ 250, oito vezes menos que o ^{89}Sr . Outra vantagem é que o novo medicamento expõe o paciente por menos tempo à irradiação. Isso ocorre devido ao fato da meia-vida (tempo necessário para que o radioisótopo perca metade do poder de irradiação) do ^{153}Sm ser bem menor do que a do ^{89}Sr . A exposição prolongada à irradiação compromete outros tecidos do organismo, que podem ser lesados.

O medicamento vem sendo produzido no Ipen desde o final de 1995, mas a produção ainda é baixa. "Esperamos que a produção cresça, pois temos condições de atender a demanda do Brasil inteiro e até de alguns países do Mercosul", completa Haroldo.

ANTROPOLOGIA

ÍNDIOS NA INTERNET

O Museu do Índio acaba de inaugurar uma nova *home-page* (www.alternex.com.br/~museudoindio/). Agora, todo o acervo da instituição está disponível na Internet, o que facilita a pesquisa e a solicitação de materiais por *e-mail*. Para consultar os 8 mil títulos da biblioteca do Museu, basta indicar o nome do autor, da obra, o assunto ou fazer uma combinação entre esses itens.

Digitando uma palavra-chave também é rápido o acesso ao registro audiovisual, que contém fotos e trechos de filmes relacionados aos povos indígenas brasileiros, e ao acervo etnográfico, que reúne objetos e informações sobre os nossos índios.

Paralelo ao lançamento da *home-page*, o Museu do Índio deu início ao projeto 'Memória e imagens indígenas', realizado em parceria com a Unesco e com a Associação dos Antropólogos do Brasil. Foram organizadas fotos e histórias das tribos brasileiras para auxiliar os pesquisadores e ajudar os próprios índios a resgatar e preservar sua memória.



OCEANOGRAFIA

CIDADES LITORÂNEAS PODEM DESAPARECER EM 100 ANOS

Boa parte das cidades litorâneas brasileiras serão inundadas pelas águas do Oceano Atlântico em 100 anos. Estimativas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo indicam que o nível do mar sofrerá um acréscimo de cerca de 40 cm até o ano 2100 na costa brasileira. "Este aumento é extremamente preocupante. Esta altura, aliada a condições atmosféricas desfavoráveis, já seria capaz de inundar partes de cidades como

o Rio de Janeiro e Santos, bem como toda a região costeira sudeste do Brasil. A população destas cidades seriam obrigadas a migrar para locais onde o mar não chegasse", afirma o professor Afrânio Rubens de Mesquita.

Em suas bases de pesquisa em Ubatuba e Cananéia, ambas no litoral paulista, o Instituto Oceanográfico instalou marégrafos para medir o nível da água do oceano Atlântico. "Existem medidores instalados desde 1954. Com este espaço de tempo, podemos obter dados confiáveis", diz Mesquita. Os dados indicam que o aumento atual do nível do mar é de cerca de 4 mm por ano. A emissão de gases poluentes na atmosfera e o efeito estufa são os fatores mais agravantes. "Com eles, a temperatura da Terra sobe, provocando o derretimento das calotas polares e o aumento dos níveis dos oceanos", explica Mesquita. "Como o avanço ainda não é visível, os governantes não têm interesse em tomar medidas de prevenção. A construção de diques, como acontece na Holanda, seria uma medida para evitar a inundação, quando o problema já não tiver solução."

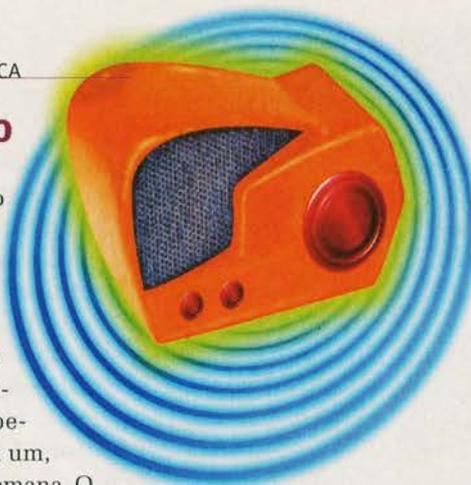


DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

NAS ONDAS DO RÁDIO

A Rádio Inconfidência, do governo de Minas Gerais, comemora o êxito de seu programa de divulgação científica "Tempo passado: a terra de Minas", que está no ar desde agosto de 1998 com crescentes níveis de audiência em todo o estado. Os blocos de notícias sobre meio ambiente, paleontologia, arqueologia e espeleologia, com dois minutos de duração cada um, vão ao ar sete vezes por dia, durante toda a semana. O paleontólogo Cástor Cartelle, da UFMG, é o produtor e apresentador do programa. Em linguagem simples e atraente, Cartelle cativa o ouvinte com informações sobre o tempo em que o homem pré-histórico de Minas Gerais vivia nas cavernas, e mamíferos gigantes, como mastodontes e tigres-dente-de-sabre (já extintos), pastavam e caçavam nos campos e florestas.

"A realidade superou nossa expectativa ao lançar o programa", diz o paleontólogo, surpreso com o interesse dos ouvintes, que têm manifestado seu entusiasmo através de cartas, e-mails e telefonemas. Diante de tanto sucesso, a Inconfidência já pensa em ampliar o espaço dado à divulgação científica e incluir o tema astronomia em sua programação.



CARDIOLOGIA

FILHOS DE HIPERTENSOS APRESENTAM ALTERAÇÕES CARDÍACAS

Alterações cardíacas, como a maior intensidade da força de contração do coração, podem indicar o desenvolvimento futuro da hipertensão arterial. Essas características foram observadas em filhos de hipertensos, durante uma pesquisa coordenada pela médica Cristina de Almeida, do Departamento de Cardiologia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O estudo, publicado nos *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, envolveu 62 voluntários entre 15 e 30 anos, dos quais apenas 32 eram filhos de hipertensos e o restante funcionou como grupo de controle. Daqueles, 15% (5 pessoas) apresentaram valor limite do superior, ou acima do normal, da fração de encurtamento do ventrículo esquerdo ou força de contração. "A estatística parece baixa, mas se lembrarmos que essas pessoas são saudáveis e que por isso deveriam apresentar valores considerados normais, os resultados podem ser preocupantes", diz Cristina. Segundo ela, essa alteração é encontrada na fase inicial da hipertensão. Entretanto, ela ressalta que ainda não foram definidos valores que atestem o desenvolvimento da doença de fato. "A constatação de tal alteração, através do exame ecocardiográfico, pode ter uma função preventiva", diz a pesquisadora. Uma vez identificado o problema, a pessoa deve ser orientada a evitar uma dieta rica em sal e a praticar atividades físicas, de modo a tentar afastar a possibilidade de aparecimento da doença.

SAÚDE OCUPACIONAL

AR PURO PARA AMBIENTES FECHADOS

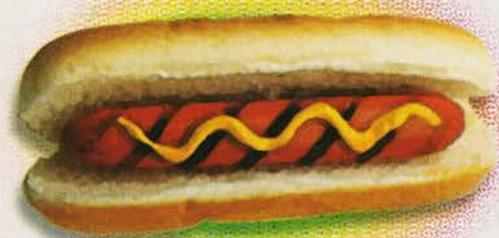
O Brasil pode ser o primeiro país do mundo a ter uma legislação que caracterize e regule a qualidade do ar em ambientes fechados não industriais. Até o fim do ano, o Ministério da Saúde deve aprovar uma portaria com medidas referentes a padrões de qualidade do ar, baseados em critérios definidos por uma comissão multidisciplinar. Entre as instituições envolvidas no projeto, está a Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle de Qualidade do Ar de Interiores (Brasindoor), que fez um levantamento em 2 mil pontos de nove cidades brasileiras e constatou que em 20% deles o ar é impróprio para a saúde.

Segundo Francisco Radler, presidente da Brasindoor e pesquisador do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), além dos conhecidos fungos desprendidos de sistemas de ar condicionado e da fumaça de cigarros, os inimigos do ar puro também vêm de móveis de fórmica. "Os materiais de acabamento, as divisórias dos escritórios e a atividade das fotocopiadoras e impressoras emitem partículas e compostos orgânicos voláteis (COV's), que são aspirados pelos pulmões podendo causar problemas respiratórios, alergias e dores de cabeça", diz. A comissão deverá entregar o relatório à Vigilância Sanitária no início do próximo mês.



SALSICHA ABAIXO DA CRÍTICA

Preocupado com a qualidade dos embutidos que consumimos, o veterinário Ricardo Andrade Reis, do Instituto Mineiro de Agropecuária, decidiu avaliar a salsicha comercializada



em Belo Horizonte.

“Não estamos ingerindo um produto de qualidade extra”, concluiu baseado na análise de salsichas fabricadas por indústrias de grande, médio e pequeno porte.

Das amostras coletadas em diferentes épocas, ele estimou o teor de colágeno

a partir da quantificação de hidroxiprolina, constituinte exclusivo dessa substância que forma as fibras do tecido conjuntivo. Na tentativa de reduzir custos, explica Reis, as indústrias costumam agregar à carne usada na fabricação de embutidos retalhos e aparas provenientes do abate, desossa e limpeza de cortes comerciais – a popular muxiba, com grande quantidade de tecido conjuntivo.

As amostras que apresentaram os menores teores de hidroxiprolina foram as provenientes da indústria de médio porte (0,45%), seguidas daquelas da indústria de grande porte (0,64%). As salsichas da indústria de pequeno porte são as de pior qualidade, apresentando 0,89% de hidroxiprolina.

Em vários países europeus,

essa substância é usada como indicador da qualidade de produtos embutidos.

De acordo com a classificação feita na Espanha, embutidos de qualidade extra contêm até 0,60% de hidroxiprolina. Os de primeira qualidade, até 0,70%; os de segunda, até 0,80%; e os de terceira, cerca de 0,90%.

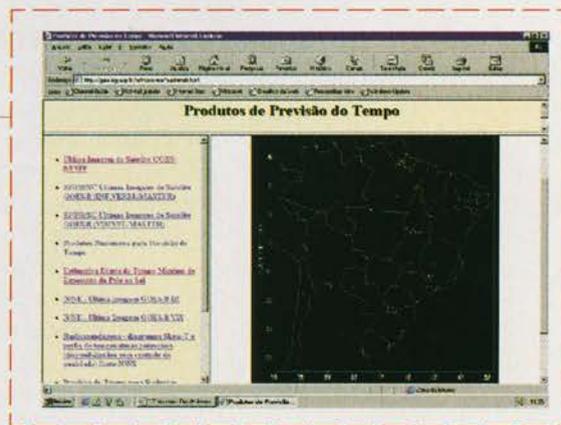
“No Brasil, não há legislação para determinar a qualidade comercial de um produto industrializado à base de carne”, diz Ricardo. Com base em seu trabalho, aprovado pelo curso de pós-graduação em Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, ele propõe que a análise do teor de hidroxiprolina seja usada para a classificação qualitativa da salsicha produzida no país.

MEDICINA

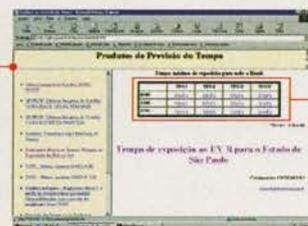
LIMITES DA EXPOSIÇÃO DA PELE AO SOL

Um novo serviço disponível na Internet (<http://gaia.iag.usp.br/umpcorrea/master.html>) permite ao usuário saber o tempo máximo que pode ficar exposto ao Sol, com mínimo risco de desenvolver doenças como o câncer de pele e a catarata, decorrentes da excessiva exposição aos raios ultravioleta. Na página, construída pelo Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (Master), da Universidade de São Paulo, em colaboração com a Companhia Estadual de Saneamento Ambiental (Cetesb) de São Paulo, encontram-se informações sobre os efeitos benéficos e danosos da exposição da pele ao Sol, a classificação dos tipos de pele, segundo sua sensibilidade e a estimativa diária do tempo máximo admitido de exposição ao Sol dos diferentes tipos de pele.

Serviços como esse já existem na Europa, nos Estados Unidos, na Austrália e na Nova Zelândia. No Brasil, segundo Marcelo de Paula Corrêa,



mestrando do Departamento de Ciências Atmosféricas da USP e um dos responsáveis pelo projeto, a experiência deve ser aprimorada ao longo deste ano, introduzindo informações como quantidade de ozônio na atmosfera, posição do Sol, altitude do local e refletância do solo”. A consulta à tabela, adverte ele, não elimina a necessidade das pessoas se prevenirem da exposição excessiva à luz solar em qualquer período do dia, usando protetores, chapéus e óculos escuros de boa qualidade.



FLORESTA DE IPÊS SOB AMEAÇA NO PANTANAL

A hidrovía Paraná-Paraguai, caso saia do papel, deverá trazer imensos danos ambientais ao Pantanal Mato-grossense. Embora ambientalistas de todo o mundo critiquem sistematicamente o projeto, são fortes as pressões em favor de sua execução.

“As obras civis exigidas pela construção da hidrovía podem afetar profundamente a estrutura e a dinâmica da região”, afirma o ecólogo Sérgio Pontes Ribeiro, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que, em sua tese de doutorado, estudou a *Tabebuia aurea*, espécie de ipê

amarelo que ocorre em grandes populações contínuas no pantanal do rio Miranda, no Mato Grosso do Sul. A maior população da espécie, conhecida popularmente como ‘paratudo’, em virtude de suas propriedades medicinais, alcança uma área de 1.200 km².

Essas árvores são intolerantes à inundação e só sobrevivem sobre murunduns, formados a partir de formigueiros ou de outras atividades biológicas e físicas do solo. “Alterando-se a dinâmica das inundações no Pantanal, essa verdadeira floresta de ipês, uma raridade em nossa paisagem, pode-



Floresta de ipê amarelo no pantanal do rio Miranda (MS)

rá ser substituída por cerrado ou áreas de campos”, prevê o ecólogo. Em anos de clima adequado, ela apresenta uma floração explosiva e sincrônica em julho ou agosto, colorindo o horizonte de amarelo.

FOTO SÉRVIO P. RIBEIRO

ALTERNATIVA PARA O VALE DO RIBEIRA

Pesquisadores da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo vêm trabalhando, junto às comunidades do Vale do Ribeira, uma alternativa de desenvolvimento econômico para a região. O projeto, que existe há cerca de seis anos, pretende repassar à população alternativas de reaproveitamento dos resíduos da agroindústria da banana. Através de atividades como artesanato, produção de alimentos e construção civil, os habitantes do Vale realizam trabalhos paralelos ao plantio da banana que podem se converter em mais uma fonte de renda.

“Esta é uma região bastante pobre e, como 60% da extensão territorial da região é de reserva ecológica, uma parcela significativa da população vive da agricultura de subsistência e do extrativismo florestal clandestino”, aponta Maria Elisa Garavello, uma das coordenadoras do projeto.

O Vale do Ribeira é, ao mesmo tempo, uma das regiões com maior produção de banana no país. Uma particularidade desse cultivo é a grande quantidade de resíduos, uma vez que a bananeira não produz

novos frutos após a colheita, devendo ser cortada. Mas a quantidade de matéria vegetal resultante da bananeira, além de cobertura para o solo, pode ser de grande utilidade para a população que não se encontra em atividade produtiva.

Tudo pode ser reaproveitado das bananeiras: desde as folhas, que podem servir de substrato para o cultivo de cogumelos destinados à alimentação humana, até o pseudocaule, do qual podem ser extraídas fibras para a produção de papel e para atividades artesanais de tipo trançados, como sandálias, cestas, balaços e esteiras. As fibras também podem servir como matéria-prima de tecidos para confecção de roupas, cortinas ou revestimento de móveis. Na área de construção civil, há experiências bem-sucedidas na aplicação de fibras e palha da bananeira misturadas a tijolos, blocos de concreto, telhas e caixas-d’água. O resultado são materiais mais resistentes, leves e com um bom desempenho termo-acústico.

O projeto está sendo ampliado para a cidade de Macaé (RJ) onde se pretende instalar uma fábrica de papel à base de fibra de bananeira.

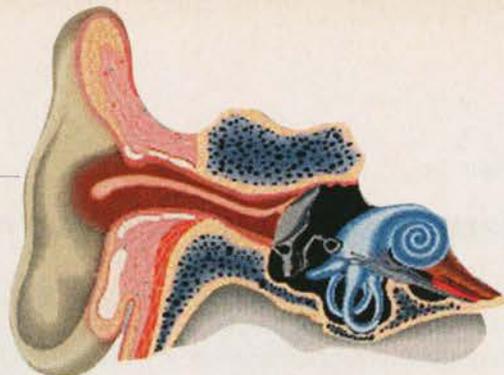


LÁTEX AUXILIA NA REGENERAÇÃO DO TÍMPANO

O látex natural retirado da seringueira está sendo utilizado com sucesso nas cirurgias de regeneração da membrana do ouvido, o tímpano. A nova técnica foi desenvolvida por Joaquim Coutinho Neto, do Departamento de Bioquímica da Universidade de São Paulo (USP), de Ribeirão Preto, e consiste na colocação de uma fina camada de látex no ouvido, do lado de fora do tímpano a

ser reconstituído, por um período de 30 dias.

“O implante de látex é totalmente inofensivo, não causou rejeição e estimulou a criação de vasos sanguíneos e a regeneração da membrana perfurada do tímpano”, disse o professor José Antonio A. Oliveira, chefe da equipe da USP que desenvolveu a técnica. Segundo Oliveira, o uso da camada de látex aliado à técnica con-



vencional – em que se coloca atrás do tímpano perfurado um enxerto com tecido do próprio paciente – aumenta a eficácia da cirurgia: “enquanto a operação clássica apresenta 30% de insucessos, o emprego do implante biológico permitiu a regeneração total do tímpano em 100% dos casos testados”.

ENGENHARIA QUÍMICA

CURATIVOS MAIS BARATOS E EFICAZES

Uma nova forma de conduzir o processo de esterilização de membranas à base de hidrogel permite a redução dos custos da produção de curativos de última geração em até cinco vezes, facilitando o acesso ao produto, considerado excessivamente caro para a realidade dos países em desenvolvimento. A economia na fabricação dos curativos foi possível graças ao emprego de elétrons acelerados que simultaneamente o esterilizam e contribuem para a formação de uma rede molecular, necessária para dar consistência física à massa de água de que é formado o produto.

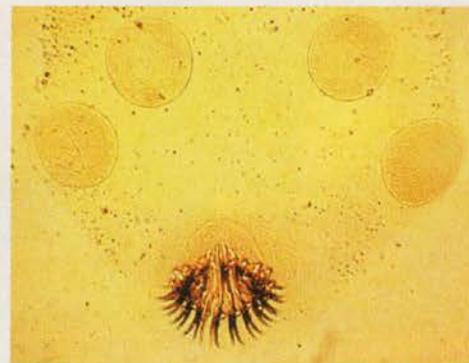
“Fazer esses dois processos ao mesmo tempo foi o que barateou o preço final do curativo”, diz o responsável pelo projeto Ademar Lugão, chefe do Departamento de Engenharia Química e Ambiental do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), em São Paulo. Além do preço, o novo curativo apresenta outra vantagem. Ele tem uma capacidade maior de absorção de exsudato, líquido desprendido pelo corpo em região inflamada. Isso mantém a ferida limpa, diminuindo a probabilidade de ocorrência de infecções. Lugão está, agora, procurando parcerias com empresários para viabilizar a comercialização do produto. A previsão é de que os curativos sejam usados em testes clínicos em hospitais ainda neste semestre e, em seguida, sejam introduzidos no mercado.

MICROBIOLOGIA

DIAGNÓSTICO MAIS RÁPIDO PARA NEUROCISTICERCOSE

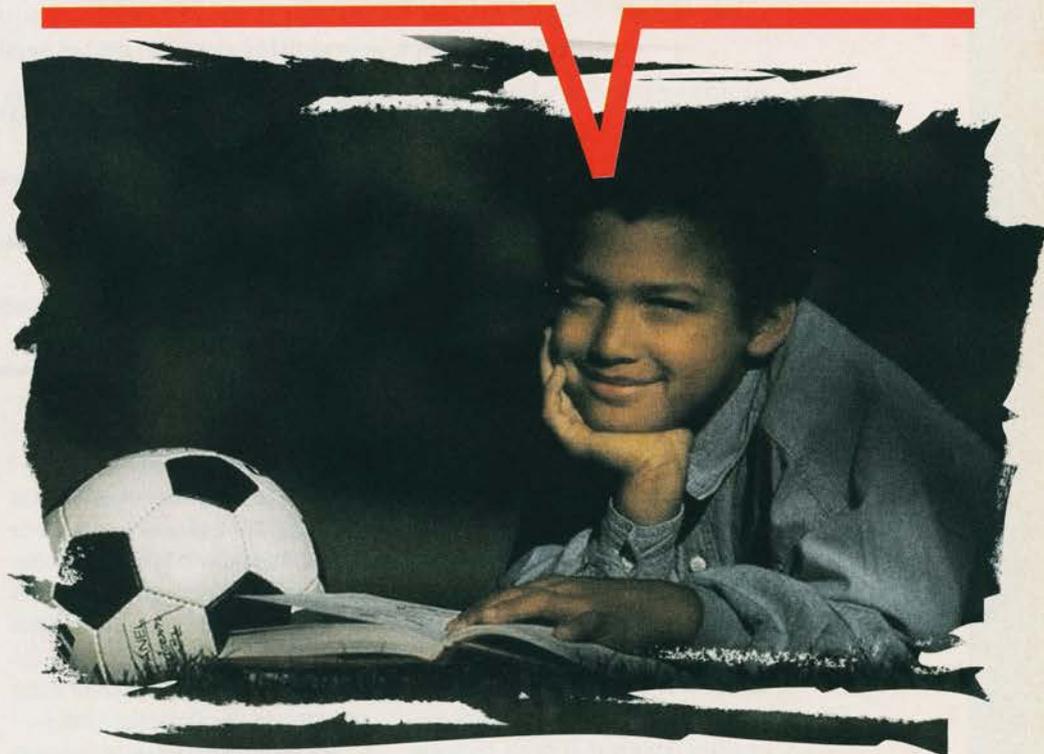
O esforço conjunto de pesquisadores das faculdades de Medicina e de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo e dos institutos de Microbiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Adolfo Lutz e de Medicina Tropical rendeu frutos. Eles desenvolveram um reagente biológico para diagnóstico da neurocisticercose, infecção provocada pela ingestão de ovos de *Taenia solium* e pela alocação das larvas (cisticercos) desse parasita no sistema nervoso central.

O novo reagente, testado inicialmente em ratos de laboratório, já teve sua eficácia comprovada em pacientes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Além de possibilitar um diagnóstico mais rápido, o novo exame será mais barato que os utilizados atualmente para a detecção da doença, como a tomografia e a análise do líquor. “Ao contrário dos métodos tradicionais, o reagente biológico poderá estar disponível na rede pública de saúde, o que permitirá uma avaliação mais precisa da extensão da cisticercose no país”, informa Adelaide José Vaz, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. A previsão é de que o reagente esteja disponível no mercado em dois anos.



OBA!

Tem trabalho de ciências.



Você já imaginou seu filho dizendo esta frase? Para quem lê os volumes Ciência Hoje na Escola, provas e trabalhos vão ser moleza! Será nota 10 com certeza!

Livros pesados? Textos complicados? Nada disso. A série Ciência Hoje na Escola explica em linguagem fácil tudo o que o professor passou na aula e muito mais. Ele estuda, aprende, e o melhor, entende imediatamente a matéria.

Compre os volumes da série Ciência Hoje na Escola. Seu filho agradece.

Para completar a coleção compre também os novos volumes: Ver e Ouvir e Química no dia-a-dia. Assim como os outros números, são livros dinâmicos com experiências em todas as matérias. É demais!

Patrocínio



Fundação
Bradesco

Para comprar com desconto,
ligue grátis: **0800 264846**
e informe o código **CE55**

**CiÊNCIA
HOJE**
na escola

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

CE55





Marcelo Lara Resende

Diretoria de Pesquisa, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/RJ

Ponto de ruptura

A crise econômica que abala o mundo, atual é, em sua essência, muito semelhante à de 1982. Na época, economistas reunidos em um seminário apontaram alternativas para preservar a economia brasileira dos efeitos da crise. Hoje, alguns daqueles economistas estão (ou estiveram até recentemente) entre os formuladores ou executores da política econômica brasileira, mas parecem ter esquecido o que disseram e, ironicamente, repetem os erros que criticaram no passado.

Em um país soberano, na catástrofe, os cidadãos têm prioridade em relação aos credores internacionais. Sobre isso, convém lembrar o que disseram no passado, em circunstâncias semelhantes às que a economia brasileira enfrenta hoje, alguns dos economistas que têm ou tiveram influência recente no governo. Para isso, basta rever as conclusões do seminário realizado em setembro de 1982 no Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro, com o objetivo de, diante da crise internacional daquele ano, analisar a economia brasileira e apontar alternativas (ver 'Alternativas para enfrentar a crise', em *Ciência Hoje* nº 6).

Organizado por Pêrsio Arida, o seminário reuniu economistas que, mais de 10 anos depois, participariam de forma direta ou indireta da formulação e implementação da política econômica brasileira, incluindo alguns dos idealizadores do Plano Real. Esta-

vam lá Pedro Malan, André Lara Resende, Francisco Lopes, Edmar Bacha, Winston Fritsch, José Márcio Camargo e outros. Suas análises foram reunidas no livro *Divida externa, recessão e ajuste estrutural: o Brasil diante da crise* (São Paulo, Paz e Terra, 1982).

As opiniões desses economistas sobre a crise internacional de 1982 compõem um premonitório *trailer* do que está acontecendo agora, a partir da eclosão da crise asiática. Pêrsio Arida, em 1982, alertou que o pânico nos meios financeiros internacionais que se seguiu à moratória do México e à reunião do Fundo Monetário Internacional em Toronto (Canadá) "fez com que se tornasse assustadoramente real a perspectiva de um colapso cambial no Brasil".

Já Francisco Lopes afirmava: "O Brasil deve tentar manter sua credibilidade internacional e uma reputação de seriedade na gestão de seus assuntos econômicos e financeiros. Mas não se podem ignorar as especificidades da

presente crise mundial e suas implicações para os benefícios e custos das diferentes posturas que o país pode adotar nos próximos anos. O importante é não tentarmos obter nota 10 em disciplina, às custas de uma reprovação em aritmética."

André Lara Resende, também na época, advertia que "nenhuma demonstração de austeridade ou mesmo auto-imolação poderá restabelecer o fluxo de empréstimos externos de longo prazo". Ele acreditava que "não se deve pretender retirar a economia mais rapidamente do que o resto do mundo (...), pois assim como os sistemas financeiros têm um ponto de ruptura e descontinuidade, também existe um limite para a possibilidade de compressão". E acrescentava: "Uma economia não é capaz de encolher com a velocidade que se projeta para 1983, sem romper e desarticular-se, comprometendo sua capacidade de funcionamento mais autárquico – no caso de um colapso definitivo do co-

mércio mundial – e sua capacidade de recuperação no futuro – no caso de uma conscientização internacional que possibilite a retomada do crescimento do comércio.”

O próprio Pêrsio Arida dizia: “Não contando com a possibilidade de captar além de US\$ 10,6 bilhões na forma de empréstimos em moeda durante o ano de 1983, as autoridades da política econômica chegaram à conclusão de que um superávit comercial da ordem de US\$ 6 bilhões é condição imprescindível para evitar o inadimplemento nacional.”

Finalmente, Pedro Malan corajosamente afirmava: “(...) a credibilidade do governo junto à sociedade brasileira não deve ser menor de que sua incansável busca de credibilidade junto à comunidade financeira internacional.”

Em face da crise, a equipe econômica de então – Ernane Galvêas (Fazenda), Delfim Netto (Planejamento) e Carlos Langoni (Banco Central) – propôs o que Arida chamou de “(...) perigoso ajuste voluntário, via contração de importações, desenhado no documento do Conselho Monetário Nacional de 25 de outubro de 1982 e, ao que tudo indica, ratificado pelo Fundo Monetário Internacional”.

Desconsiderando os números, hoje maiores, a atual situação é, na essência, semelhante ao recorrente dilema enfrentado pelo país. A sensação é *déjà vu*: o risco de um ataque especulativo contra a moeda nacional, seguido de crise cambial, com o nocaute tanto do Plano Real quanto da economia brasileira. É oportuno lembrar Mário Henrique Simonsen: “A inflação descontrolada aleija, mas o persistente desequilíbrio no balanço de pagamentos mata!”

No caso de alguns dos integrantes do seminário de 1982, nota-se um irônico detalhe: inverteram-se os papéis. Os bem-intencionados

críticos de então são as autoridades de hoje e vice-versa. Francisco Lopes chegou a presidir o Banco Central e André Lara Resende dirigiu o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Outros participantes com atuação no governo atual são: Pedro Malan, Edmar Bacha, José Márcio Camargo e Winston Fritsch. Todos freqüentaram ou freqüentam o núcleo do poder.

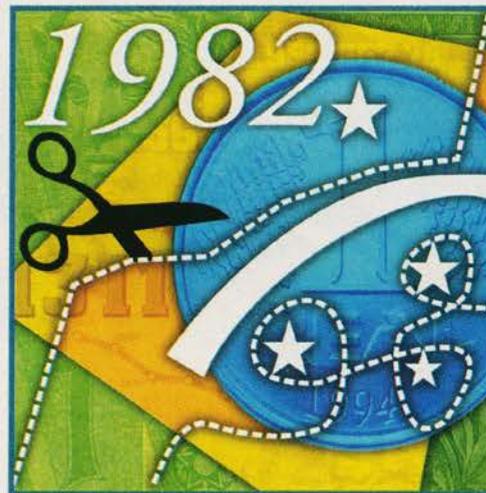
As principais conclusões do seminário, endossadas pelos participantes, foram sumariadas por Arida:

“Primeiro, a recessão como estratégia é inadequada, tanto para promover o ajuste do país às restrições impostas pela dificuldade em obter empréstimos em moeda estrangeira quanto para reduzir o déficit público. Segundo, devem-se superar os termos ingênuos do dilema político de austeridade *versus* renegociação através de uma cuidadosa avaliação dos custos e benefícios de cada alternativa diante de cenários internacionais com algum grau de plausibilidade. Em particular, importa

analisar as tendências desagregadoras em curso na economia internacional. Terceiro, urge manter a taxa de investimento público e incentivar o investimento privado através de políticas não-míopes de planejamento que permitam realinhar a estrutura produtiva do país. Quarto, o ajuste externo bem-sucedido pressupõe ajustes internos na forma de mudanças nos parâmetros fiscais e nos preços relativos condizentes com a busca de equidade distributiva.”

As circunstâncias de 1982 são análogas às de hoje, com a ressalva de que a crise que começou na Ásia é mais grave, até porque a globalização informatizada está

mais difundida e o sistema financeiro nacional e internacional mais fragilizado – sobretudo os bancos e especialmente os bancos comerciais dos países emergentes, verdadeiro ‘calcanhar de Aquiles’ da economia moderna. No Brasil pós-Plano Real, tal fragilidade preocupa, porque o aparato regulador do setor financeiro é anacrônico e os bancos, sobretudo os bancos oficiais, não contam mais com a receita, obtida a custo e risco zero quando a inflação era elevada, da aplicação em benefício próprio do *floating* (recursos ociosos ou não-remunerados – em contas correntes, por exemplo). Pior: se as taxas de juros permanecerem em níveis ‘estratosféricos’, poucas instituições financeiras resistirão. O próprio governo, o maior devedor do país, não suportará



Se as taxas de juros permanecerem em níveis ‘estratosféricos’, poucas instituições financeiras resistirão. O próprio governo, o maior devedor do país, não suportará

féricos’, poucas instituições financeiras resistirão. O próprio governo, o maior devedor do país, não suportará e a economia brasileira entrará em colapso, o que parece já estar acontecendo.

O teor destrutivo de um setor financeiro problemático, regulamentado de forma precária e insuficientemente supervisionado, tentando sobreviver em um ambiente macroeconômico nacional e internacional instável, não surpreende. Essa, por exemplo, é a percepção do norte-americano Paul Krugman, respeitado estudioso da economia internacional: “Bancos com problemas podem criar colapsos em economias for-

tes.” Krugman “(...) alertou que um dos ensinamentos da crise da Ásia é o cuidado que os países devem ter com o fluxo de capitais de curto prazo e, (...) questionado sobre o Brasil, disse que não há um mundo seguro para o país.”

O tempo é o senhor da razão e os fatos sugerem que Rudi Dornbusch, outro analista econômico norte-americano, também acertou nas sombrias previsões que fez para a economia brasileira, em especial no que diz respeito à insustentabilidade da política cambial a mais longo prazo. Dornbusch,

Será que a observação de Arida na época – “mais do que nunca é necessário repensar de forma coerente e criativa as alternativas de política econômica que ainda nos são factíveis” – não poderia ser repetida hoje?

Será que não estamos marchando em direção a uma armadilha, caminhando ‘voluntariamente’ para a ‘morte’ desnecessária, ‘bovina’? Ou ‘comprando’ mais algum tempo – com a reeleição, a privatização e a insustentável redução dos salários dos servidores públicos, ativos e inativos? Será que estamos ‘empurrando

com a barriga’ um *status quo* insustentável a um prazo mais longo, que extrapole a miopia do período eleitoral?

Será que não estamos prestes a ‘dar mais um tiro no próprio pé’, em vez de, abandonando o desgastado discurso, patrocinar as anunciadas – mas não adequadamente aprovadas ou implementadas – reformas econômicas e institucionais,

sem as quais o Brasil jamais deixará de ser um país emergente? E, enquanto for emergente, continuará sujeito ao tratamento-padrão prescrito para tais países.

É preciso abandonar a ingênua estratégia de, *ad nauseam*, insistir que o Brasil é “um país diferente”, evitando assim mais um custoso e inútil ‘remendo’ na inadequada estrutura produtiva ou na desastrosa trajetória da economia brasileira. Agora, uma análise retrospectiva também deixa clara a urgência de abandonar essa estratégia (?), que resultou apenas no despropositado sacrifício de um povo depauperado. O sacrifício inútil, ‘azeitado’ por um discurso cada vez mais distante da realidade, tem sido sempre mal

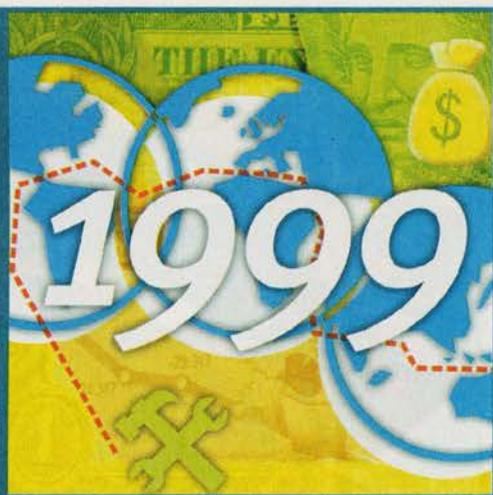
distribuído na sociedade. O que é perigoso. Pois, como concluiu André Lara Resende, para tudo há um ponto de ruptura!

O importante é deixar de ser um país emergente, mas para isso é necessário prosseguir com o adequado ajuste estrutural da economia – conforme definido no seminário de 1982 – e crescer. Sobretudo crescer e, assim, reequilibrar as contas públicas, internas e externas. Antes, porém, é indispensável que a política econômica deixe de ser autofágica, evasiva e efêmera. Não deu certo no passado e, quando o tempo é escasso e o céu “não é de brigadeiro”, não convém insistir no erro tantas vezes repetido. Vale a pena alertar que esta pode ser a última chance. Estamos todos – governados e governantes – no mesmo barco, e este, assim como o também soberbo Titanic, pode afundar.

Os que não leram o livro (*Dívida externa, recessão e ajuste estrutural: o Brasil diante da crise*) ou não assistiram ao filme (*Titanic*) devem fazê-lo. Ambos são instrutivos para economistas e governantes cuja luz da imaginação ainda não esteja totalmente apagada. Pois, dada a complexidade da armadilha em que nos metemos, no que diz respeito ao gerenciamento da economia brasileira, não é despropositado afirmar que os ‘iluminados’ são mais raros do que se pensava.

Os próprios jovens preparados e idealistas que participaram do seminário da PUC foram vítimas do tempo ou das circunstâncias. O fato é que recentemente renegaram na prática a sua sensata teoria de então. E ao esquecer os erros diagnosticados no passado, também eles foram condenados a repeti-los. E o povo brasileiro, mais uma vez, foi forçado a arcar com os custos. Atingimos, portanto, o ponto de ruptura econômica, social e política. Daqui em diante, tudo é possível: o futuro é imprevisível. ■

Atingimos o ponto de ruptura econômica, social e política. Daqui em diante, tudo é possível: o futuro é imprevisível



professor do Massachusetts Institute of Technology (MIT), ensinou alguns dos nossos melhores economistas, inclusive André Lara Resende e Pérsio Arida, a analisar, diagnosticar e prever o que pode acontecer com a economia, sobretudo com a economia internacional. Da qual, aliás, a economia brasileira está refém.

Alguns dos participantes do seminário de 1982 integraram a equipe que desenhou o Plano Real, que vinha tendo aparente sucesso (no que diz respeito a preços). Cabe, então, a pergunta: por que as principais conclusões a que chegaram em 1982 diferem tanto das que vêm praticando desde que passaram a ser responsáveis pela política econômica do país?

ECOLOGIA POLAR Seis espécies, muito caçadas no passado, vivem nos mares gelados do Sul

As simpáticas focas da Antártida

Mamíferos adaptados ao frio e ao ambiente marinho, onde buscam seu alimento, as focas são ótimas nadadoras e algumas podem mergulhar a grandes profundidades. Das 34 espécies existentes no mundo, apenas seis vivem na Antártida. As focas da região já foram muito perseguidas, por causa de sua pele ou sua gordura, mas hoje as populações estão se recuperando, protegidas por leis internacionais. Por

Edison Barbieri, Vicente Gomes e Phan Van Ngan, do Laboratório de Ecologia Polar, do Instituto Oceanográfico, da Universidade de São Paulo.



Figura 1. Apenas seis espécies – uma delas a foca-de-weddell – habitam a Antártida

Não há lugar na Terra onde a vida seja mais difícil do que na Antártida, o mais frio e mais seco dos continentes. Varridos pelo vento, seus relevos gelados incluem vales em que o ar é mais seco que no deserto do Saara e as temperaturas médias não passam dos 50° C abaixo de zero. Em tais condições a vida torna-se quase impossível para organismos não-adaptados, como o homem.

Ao contrário das regiões árticas, a Antártida não é habitada por grandes animais terrestres desde a época em que esfriou, há mais de 25 milhões de anos. Mas várias espécies de aves, como pingüins, albatrozes e petréis, e de mamíferos, como focas, vivem no continente. Atraentes e simpáticas, as focas passam parte da vida em terra, mas são consideradas animais marinhos (figura 1), pois dependem diretamente do mar. Elas evoluíram a partir de ancestrais semelhantes às lontras e são, depois das baleias, os mamíferos mais bem adaptados à vida em águas geladas.

Seu sucesso deve-se ao corpo hidrodinâmico e aos membros transformados em nadadeiras eficientes, com membranas entre os dedos. Também são bem protegidas contra perdas de calor, pois um mamífero perde mais calor na água do que fora dela. Um animal de sangue quente não sobrevive por muito tempo no mar se não tiver pêlos espessos, ou uma camada de gordura – ou os dois, como as focas.

As focas pertencem à ordem dos carnívoros e à subordem Pinnipedia (termo que significa 'pés em forma de nadadeiras'). São conhecidas no mundo 34 espécies, distribuídas em três famílias: Odobenidae (inclui apenas a morsa, restrita à região ártica), Otariidae (as focas-de-orelha, com 14 espécies) e Phocidae (as focas verdadeiras, com 19 espécies).

Seis espécies de Pinnipedia vivem na Antártida: uma de Otariidae e cinco de Phocidae. O otarídeo (figura 2) é o lobo-marinho-antártico (*Arctocephalus gazella*). É identificado, como outros otarídeos, pela ▶

Figura 2. Os lobos-marinhos são vistos perto da estação de pesquisas brasileira



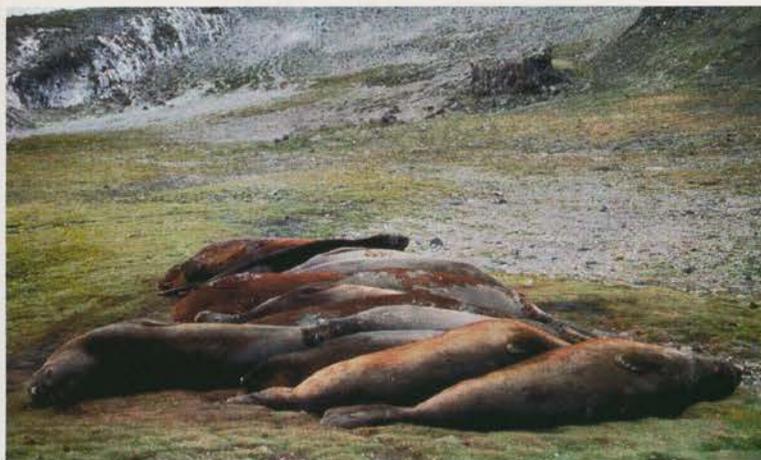
orelha externa e por membros posteriores projetados para fora do corpo, permitindo que andem e até corram em terra. As fêmeas têm quatro glândulas mamárias e amamentam as crias por quatro meses (na espécie antártica).

Os focídeos locais são a foca-leopardo (*Hydrurga leptonyx*), a foca-caranguejeira (*Lobodon carcinophagus*), a foca-de-ross (*Ommatophoca rossi*), a foca-de-weddell (*Leptonychotes weddelli*) e o elefante-marinho (*Mirounga leonina*). Maiores que os otarídeos e chamados de focas verdadeiras, os focídeos não têm orelha externa e os membros posteriores ficam quase inteiramente dentro do corpo. Em terra, arrastam o corpo de modo lento e desajeitado. As fêmeas têm só duas glândulas mamárias e os filhotes são amamentados por 20 a 50 dias, dependendo da espécie.

Adaptações muito especiais

As focas têm uma camada espessa de gordura sob a pele, e a grande rede de vasos sanguíneos dessa camada assegura trocas de calor, mantendo a temperatura do corpo tanto na água gelada quanto ao Sol, em terra (figura 3). Outros mecanismos as ajudam a armazenar oxigênio e realizar longos mergulhos: seu volume de sangue é em geral maior que o dos mamíferos terrestres e seus músculos apresentam alta con-

Figura 3. O pêlo e a camada de gordura sob a pele protegem as focas do frio antártico



centração de mioglobina, um derivado da hemoglobina capaz de reter o gás.

Em mergulho, o oxigênio é distribuído de preferência para órgãos como coração e cérebro, e para os músculos, quando nadam. Graças a essas e outras adaptações os focídeos são, em geral, capazes de mergulhar a grandes profundidades, por períodos longos. A foca-de-weddell, por exemplo, atinge 700 m de profundidade e pode permanecer submersa por mais de uma hora.

As focas não têm um órgão específico para retirar o excesso de sais do sangue, como a glândula de sal das aves marinhas.

O teor dessas substâncias é regulado pelos rins, como nos demais mamíferos, mas as focas produzem uma urina bem mais concentrada. Com isso, eliminam o excesso de sais ingerido nos alimentos na água.

A mãe foca ainda conserva água variando o alto teor de gordura em seu leite. Na foca-de-weddell, esse teor aumenta, durante a lactação, para até 57% (o dobro do teor de gordura do creme de leite), enquanto o de água diminui até 22% (um terço do da carne magra comum). Assim, a foca fornece nutrientes ao filhote e retém água: para cada grama de água perdida, a transferência de alimento é 10 vezes mais eficiente que nos mamíferos terrestres.

O lobo-marinho-antártico

Espécie gregária, o único otarídeo antártico costuma vir à terra em grupos de centenas de indivíduos, em especial na época da reprodução. A maioria da população (95%) vive na ilha Geórgia do Sul (ao sul do oceano Atlântico), mas há colônias na península Antártica e no arquipélago Juan Fernandez (no Chile). É comum observar indivíduos solitários tomando sol em praias próximas à Estação Antártica Comandante Ferraz, do Brasil, na ilha Rei George, das Shetlands do Sul.

Os machos atingem 1,8 m e 188 kg e têm pêlo mais comprido. As fêmeas não passam de 1,2 m e 40 kg e o pêlo é curto e uniforme. É um animal agressivo e ágil em terra, graças aos fortes membros que sustentam o peso do animal. Na água, as longas nadadeiras garantem grande propulsão e estabilidade. Podem mergulhar a até 45 m, por cerca de cinco minutos. Alimentam-se de krill (crustáceo semelhante ao camarão) e peixes, mas às vezes atacam pingüins. No mar, seus predadores são a baleia orca e a foca-leopardo; albatrozes podem atacar seus filhotes em terra.

A procriação começa em outubro, quando os machos adultos chegam às praias e definem, em lutas violentas, os territórios em que instalam seu harém. As fêmeas chegam em novembro ou dezembro, e dão à luz o filhote concebido no ano anterior.

Os recém-nascidos são amamentados por uma semana e cuidados por cerca de 117 dias. Após esse período, ocorre novo acasalamento e os animais se dispersam.

As cinco espécies de focídeos

A foca-leopardo (figura 4) tem esse nome por sua cor e ferocidade. A fêmea, em geral maior que o macho, alcança 4 m e até 450 kg. Habita todas as áreas em torno da Antártida, mas no verão segue o pingüim-de-adélia até seus locais de procriação. Essa foca já foi vista na Nova Zelândia, em ilhas do Pacífico Sul e até no sul do Brasil. Às vezes é vista em blocos de gelo, perto da estação antártica brasileira. Estima-se que existam entre 200 mil e 400 mil indivíduos.

É um predador solitário, com afiados caninos e fileiras de dentes de três pontas, além de adaptações que permitem engolir grandes pedaços de alimento. Alimenta-se de krill, peixes e cefalópodes (polvos e calamares), e pode atacar os filhotes de outras focas, mas é mais conhecido por ser grande devorador de pingüins: já foi achado um pingüim-imperador de 70 kg no estômago de uma fêmea de foca-leopardo. O animal retira a pele das vítimas para comer a carne: nas praias da Antártida são encontradas peles de pingüins inteiras, ainda com os pés. Entre setembro e dezembro, as fêmeas dão à luz um filhote cinza com manchas brancas, que pesa cerca de 28 kg e recebe cuidados por 30 dias. O acasalamento ocorre em janeiro.

Já a foca-caranguejeira (figura 5) mede até 2,6 m e pesa em torno de 255 kg. Vive no gelo flutuante ao redor da Antártida, mas há maior concentração em torno da península Antártica e junto ao mar de Ross. Estima-se que existam entre 30 e 70 milhões de indivíduos – metade da população de focas do mundo. São vistas nos blocos de gelo flutuantes próximos à estação brasileira. Capturam seu principal alimento, krill, usando os dentes laterais como uma espécie de filtro. Com a ajuda da língua, o animal força a água do mar a sair e esse filtro mantém as presas na boca.

Corpos dessas focas mumificados pelo ar frio e seco foram encontrados em vales antárticos, e testes de carbono-14 comprovaram que alguns têm mais de dois mil anos de idade. As fêmeas dão à luz apenas um filhote, em outubro. O grupo familiar inclui o macho, a fêmea e o filhote, que permanecem juntos na praia até o desmame, entre duas e três semanas, quando há novo acasalamento. Seus maiores predadores são a foca-leopardo e a baleia orca.

Outra espécie, a foca-de-ross, tem esse nome em homenagem ao explorador esco-



Figura 4. Predadora solitária, a foca-leopardo é grande devoradora de pingüins

lês James Clark Ross, que capturou dois exemplares em 1839. Raramente vista, vive na região de gelos consolidados, em especial no mar King Haakon VII e no mar de Ross, e permaneceu quase desconhecida por mais de 100 anos. Sua população é hoje estimada em cerca de 200 mil exemplares. É a menor das focas antárticas, com cerca de 2,5 m e de 200 a 210 kg. Tem listras cinzas nas costas e peito e ventre pálidos, e a cabeça é curta, com olhos grandes, focinho curto e boca pequena. O tórax resistente à pressão, as grandes nadadeiras posteriores e os dentes finos, curvados e agudos permitem supor que essa foca faz mergulhos profundos para capturar calamares, seu principal alimento. As fêmeas dão à luz apenas um filhote, sobre o gelo, em novembro. Seu único predador é a foca-leopardo.

A mais adaptada ao ambiente polar é, sem dúvida, a foca-de-weddell (figura 6). Seu nome homenageia o navegador britânico (nascido na Holanda) James Weddell, primeiro a descrevê-la, em 1822. Atinge pouco mais de 3 m e até 600 kg. Existem entre 250 mil e 800 mil em volta da Antártida, mas a concentração é maior no mar de Weddell, com pequenas colônias no arquipélago Órcadas do Sul e na ilha Georgia do Sul. É a espécie mais abundante nas imediações da estação brasileira. ▶



Figura 5. A foca-caranguejeira vive em bancos de gelo e tem a maior população



Figura 6. Mais adaptada ao frio, a foca-de-weddell permanece na Antártida no inverno

A pele cinza, com manchas mais claras, a ajuda a se camuflar com as pedras, quando está em terra. A espécie permanece no continente e em ilhas próximas mesmo no inverno, e usa os dentes caninos e incisivos como uma serra: girando a cabeça em semi círculo, a foca estilhaça o duro gelo que cobre o mar, para cavar aberturas que usa como respiradouros. São encontrados buracos de 40 a 50 cm de diâmetro em locais onde o gelo tem 1 m de espessura. A perda desses dentes é um provável fator de mortalidade dessa foca, predadas também por orcas e focas-leopardo.

No inverno, a foca-de-weddell vive e até dorme na água, onde a temperatura, em torno dos 2°C negativos, é mais 'agradável' que os 20° a 40°C negativos da atmosfera. A espécie comunica-se por cantos modulados, que ecoam no fundo e no 'teto' de gelo e são ouvidos a quilômetros de distância. Um sonar biológico permite que nade quase 2 km sob o gelo e depois ache seu respiradouro. Mergulha a mais de 700 m e por mais de uma hora, em busca de peixes, cefalópodes, krill e outras presas. Alimenta-se e acasala-se na água, e os filhotes nascem sobre o gelo, com cerca de 30 kg. A mãe só volta à água em três semanas, quando a cria já pode nadar. O recém-nascido ganha até 15 kg por semana, graças ao alto teor de gordura (60%) do leite materno.



Figura 7. O elefante-marinho macho (ao centro) protege ferozmente seu harém

O elefante-marinho tem esse nome por causa do focinho dos machos, em forma de tromba (figura 7). Esse apêndice, erguido de modo ameaçador quando o animal está irritado, amplifica os sons emitidos para assustar os adversários. Na espécie antártica, o macho chega a 4 ou 5 m e a quatro toneladas, e a fêmea, mais clara e sem tromba, atinge 2 a 3 m e até 800 kg. A espécie habita todos os mares da Antártida, as ilhas próximas e o sul da Argentina. Existem hoje cerca de 600 mil indivíduos.

As fêmeas formam colônias, dominadas por um macho que defende ferozmente seu harém. O filhote, coberto por espesso pêlo negro, nasce em setembro e outubro, com até 45 kg e 1 m. É cuidado pela mãe por cerca de 20 dias e ganha até 140 kg nesse período. O filhote nasce quase cego e incapaz de se locomover, sendo às vezes esmagado durante as lutas dos machos adultos.

Acidentes, doenças e falta de comida matam cerca de um terço das crias antes que completem um ano. Bom mergulhador, o elefante-marinho alcança 850 m de profundidade e pode permanecer até duas horas submerso, ao fugir de predadores. Alimenta-se de peixes e lulas. Quando adulto, só é atacado pela orca, mas indivíduos jovens são predados pela foca-leopardo.

Caçadas no passado, hoje protegidas

As focas antárticas foram intensamente caçadas no passado, o lobo-marinho por causa da qualidade da pele e as demais pela gordura. Após James Cook descrever as colônias desses animais nos mares do sul, em 1775, europeus e norte-americanos começaram a explorá-las nas Malvinas, na Georgia do Sul e nas Shetlands do Sul. Por mais de dois séculos, os navios que buscavam o óleo de foca dizimaram populações inteiras desses animais, em especial lobos-marinhos e elefantes-marinhos.

A caça aos lobos-marinhos terminou em 1907, mas a história registra episódios de grande matança. Em 1822, foram mortos mais de um milhão, o que quase extinguiu a espécie. Já o elefante-marinho foi capturado até 1964, principalmente nas áreas de procriação: a gordura de um macho adulto pode fornecer até 350 litros de óleo fino. Na ilha Georgia do Sul, essa espécie quase foi extinta. Os poucos animais restantes foram poupados porque a exploração deixou de ser lucrativa.

Hoje, todas as focas que habitam áreas a latitudes maiores que 60° Sul estão protegidas por normas internacionais, como o Tratado da Antártida, de 1961, e a Convenção da Foca Antártica, em vigor desde 1978. A proteção vem permitindo a recuperação das espécies. A legislação atual prevê ainda uma futura regulamentação de locais de completa proteção das focas da Antártida. ■

IMUNOLOGIA Soro criado pelo Instituto Butantan neutraliza veneno da lagarta *Lonomia obliqua*

Resposta rápida contra a taturana assassina

Nos últimos anos, uma lagarta de mariposa envenenou várias pessoas na região Sul e levou algumas à morte, mas em pouco tempo pesquisadores brasileiros estudaram o veneno e criaram um soro para neutralizá-lo. A solução rápida e eficiente desse sério problema de saúde pública revela a importância do sistema de pesquisa e a necessidade de constante apoio oficial para que seja mantido e aperfeiçoado.

Por **Wilmar Dias da Silva**, do Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

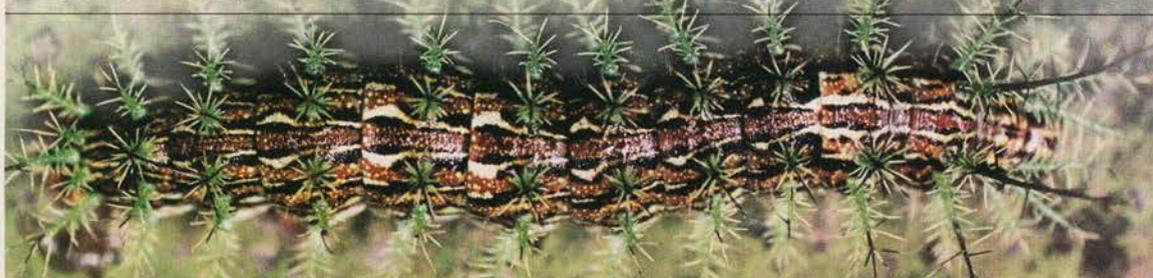


Figura 1. Fase larval (lagarta) da mariposa *Lonomia obliqua*, conhecida no Sul do Brasil como taturana assassina, por seu forte veneno

O aumento dos casos de envenenamentos resultantes do contato de pessoas com lagartas de mariposas, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, criou, em meados de 1995, um novo problema de saúde pública. A questão chamou a atenção de cientistas da área de imunologia, já que sua solução exigiria pesquisas básicas e aplicadas que levassem ao desenvolvimento de um soro capaz de neutralizar a ação do veneno das lagartas, chamadas pela imprensa leiga de “taturanas assassinas” (figura 1).

No Instituto Butantan, os primeiros relatos sobre esses envenenamentos foram apresentados pela pesquisadora Eva Maria Kelen. Segundo as informações da época, as taturanas provocavam dor, urticária e edema no local do contato, seguidos de distúrbios nos gânglios da região próxima, hemorragias nas mucosas (e em ferimentos existentes em outras áreas do corpo) e sobretudo alterações complexas no sistema de coagulação do sangue, resultando na redução do fibrinogênio (proteína essencial no processo de coagulação) no plasma sanguíneo para níveis indetectáveis pelos métodos usuais. Esse quadro persiste por vários dias e pode levar à morte do paciente.

As tentativas de tratamento com drogas que evi-

tam a redução do fibrinogênio ou através de reposição com plasma falharam e, às vezes, até agravaram o quadro de incoagulabilidade. Síndromes semelhantes ocorreram em 1967 na Venezuela, descrita por Carmem L. Arocha-Piñango e M. Layrisse na revista *The Lancet* (v. 7.599, p. 810, 1969), e em 1983 no norte brasileiro, descrita por Habib Fraiha-Neto e outros, do Instituto Evandro Chagas, de Belém (PA). A taturana responsável por esses acidentes foi identificada como a da mariposa *Lonomia obliqua*, a mesma dos casos posteriores no Sul do Brasil (figura 2).

A evidente presença de substâncias tóxicas nas cerdas levaram os cientistas do Instituto Butantan a criar projetos para identificar os componentes responsáveis pelo envenenamento e desenvolver soros que contivessem anticorpos neutralizantes para tais componentes. Na divisão de atribuições, caberia ao Laboratório de Fisiopatologia, chefiado por Eva M. Kelen, a identificação do fator ou fatores que in-

Figura 2. Fêmea de mariposa *L. obliqua*





Figura 3.
Ovos e pupa
de *L. obliqua*

duzem alterações no sistema de coagulação do sangue e ao Laboratório de Imunoquímica, então chefiado pelo autor deste trabalho, a identificação de componentes mediadores da inflamação e a busca pelos processos de produção de um soro antilonômico. Caso o antiveneno fosse obtido, seria processado pela seção de soros do Instituto, e médicos do Hospital Vital Brasil, também em São Paulo, realizariam os testes pré-clínicos.

Em pouco mais de um ano, a equipe de Eva Kelen identificou fatores que afetam o sistema de coagulação. Ao mesmo tempo, Ana Cláudia R. M. Campos, orientanda de pós-graduação, obteve em coelhos e cavalos soros ricos em anticorpos que reconhecem e neutralizam componentes tóxicos do veneno. A caracterização parcial, imunoquímica e biológica, das fosfolipases A2 (enzimas que quebram fosfolipídios, levando à formação de compostos causadores de inflamação) presentes no extrato das cerdas da lagarta e a produção do soro formaram sua tese de mestrado, defendida no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. A qualidade da tese levou a comissão examinadora a sugerir que também fosse apresentada, com alguns dados adicionais, ao doutorado.

O desenvolvimento do soro contra o veneno de *L. obliqua* foi relatado na revista *Toxicon* (v. 34-9, p. 1.045, 1996) pelos pesquisadores participantes: o autor, Ana Cláudia R. M. Campos, Luís R. C. Gonçalves, Maria Cristina C. Silva, G. Hisako Hisako, Ivone K. Yamagushi e Eva M. Kelen. Nos testes pré-clínicos, em pacientes com a síndrome induzida pelo contato com as taturanas, o soro produzido em cavalos conseguiu normalizar os níveis de fibrinogênio e o tempo de coagulação do sangue.

Em novembro do ano passado, pesquisadores e médicos dos estados do Sul do país, reunidos no Instituto Butantan em

um seminário sobre o envenenamento por *L. obliqua*, relataram os dados mais recentes sobre o problema:

1. A mariposa está em franco processo de expansão nos estados do Sul e prefere regiões que tenham rios, lagoas ou elevado índice de chuvas.
2. Estão sendo acumulados conhecimentos sobre a biologia do inseto, para permitir a reprodução de seu ciclo de vida em laboratório (figura 3).
3. A estrutura da cerda da lagarta está sendo investigada por microscopia, tanto a ótica tradicional quanto a eletrônica de varredura.
4. O extrato das cerdas apresenta pelo menos quatro atividades biológicas: fosfolipases A2, elementos ativadores/inativadores do sistema complemento (grupo de proteínas importantes para a ação dos anticorpos) e dois componentes que atuam sobre o sistema de coagulação do sangue.
5. O número de acidentes vem aumentando proporcionalmente à expansão do inseto: há relatos de casos nos estados de São Paulo e Amapá (figura 4).
6. A introdução do soro antilonômico corrigiu em tempo curto os distúrbios da coagulação do sangue e impediu novas mortes, segundo relato dos representantes das secretarias de Saúde de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O problema causado pelas lagartas de *L. obliqua* deixa claro que o convívio dos seres vivos entre si e com o meio ambiente tem desvios imprevisíveis. No caso, esse inseto, que tinha hábitos originais silvestres, passou a freqüentar áreas próximas às residências humanas. O Instituto Butantan, instituição de pesquisa e de produção na área de imunoderivados, respondeu rapidamente à necessidade de obter uma solução, desenvolvendo o processo de produção do soro específico.

Teme-se, porém, que interrupções no fluxo de apoio à pesquisa afetem essa capacidade de resposta. Se a formação de pesquisadores, a construção de sólida infra-estrutura de pesquisa e a obtenção de respeitabilidade científica requerem a conquista de jovens talentosos para a atividade, a destruição de tudo isso é rápida: basta que não se reconheça o papel da ciência na sociedade e se retire o apoio.

O dinamismo da vida no planeta, acelerado pelas próprias conquistas da ciência, surpreende a sociedade fazendo emergir problemas que exigem soluções científicas ou tecnológicas. Sem falar do vírus HIV, precisamos obter soluções para a malária, a esquistossomose, a doença de Chagas, as diarreias provocadas pela bactéria *Escherichia coli* patogênica, a reemergência da tuberculose, os prions, alguns vírus que antes estavam 'quietos' em seu habitat, o uso ou não de plantas transgênicas, várias doenças de vegetais e outros problemas. Portanto, se o sistema de pesquisa for destruído, as conseqüências serão imprevisíveis.

Figura 4.
Casos de
envenenamento
pela lagarta
L. obliqua nos
últimos anos



MATEMÁTICA Não há regra geral para determinar se sistemas dinâmicos são caóticos

O caos tem prova?

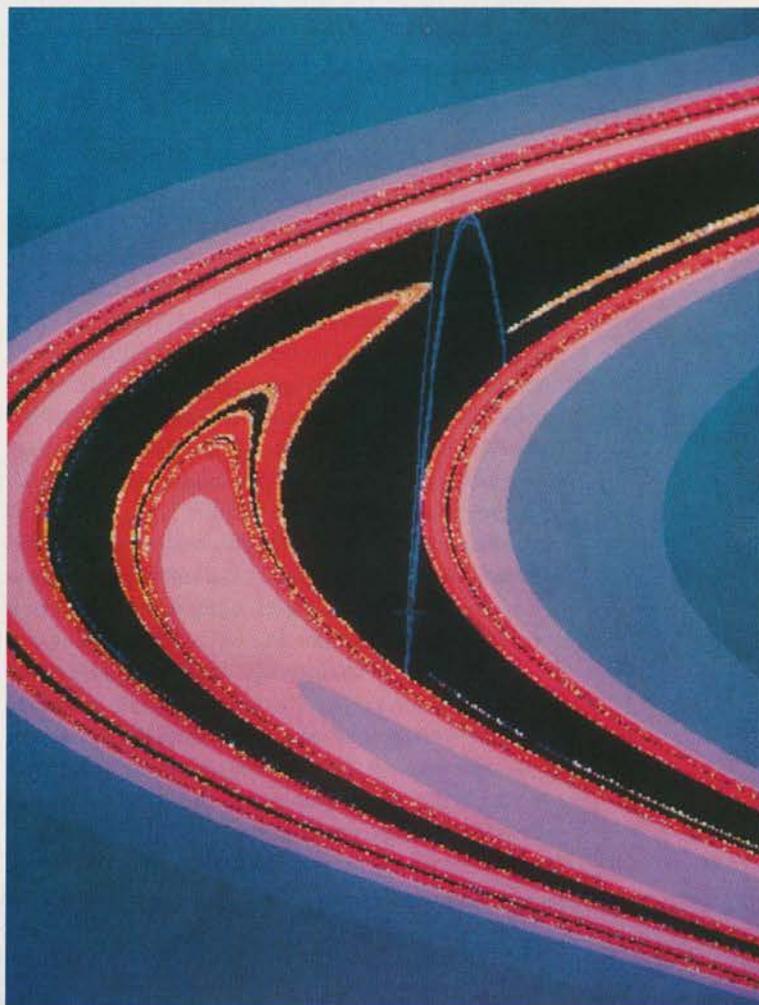
Alguns processos – físicos, biológicos etc. – modelados por simulações em computadores exibem comportamento imprevisível e aparentemente aleatório. Desde a descoberta do fenômeno, batizado de ‘caos’ determinístico, tornou-se um desafio provar matematicamente que as equações que descrevem tais processos realmente conduzem ao caos. Essa prova foi obtida para sistemas (de equações) específicos, mas não existe um método geral que possa ser aplicado a qualquer sistema dinâmico e permita descobrir se é ou não caótico.

Por **Newton da Costa**, do Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo, e **Francisco A. Doria**, do Departamento de Fundamentos da Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Muitas pessoas já ouviram falar da teoria do caos, que trata do comportamento imprevisível observado em certos sistemas dinâmicos determinísticos. Antes de tratar do caos, no entanto, é preciso esclarecer que sistemas estamos considerando.

Um sistema é dinâmico quando as grandezas que o descrevem variam (ou, digamos, movem-se) ao longo do tempo. E um sistema assim é determinístico se, dado o ‘ponto de partida’ (as condições iniciais) do movimento, as equações do sistema permitem descrever com precisão a trajetória seguida.

Um sistema determinístico é caótico se, tomando-se duas trajetórias quaisquer desse sistema, com pontos de partida tão próximos quanto se queira,



tais trajetórias (apesar de muito próximas na origem) evoluem de modo totalmente independente e, em geral, afastam-se. São caóticos, em outras palavras, os sistemas determinísticos nos quais um erro muito pequeno, cometido ao ser fixado o ponto de partida, cresce rapidamente, em progressão geométrica, tornando-se logo um erro gigantesco, em comparação com o erro inicial.

É como se alguém programasse ir do Rio de Janeiro a Manaus e, por causa de um pequeno erro na partida, fosse parar no pólo Sul. Assim, o conhecimento de uma trajetória não revela nada sobre as que têm um ponto de partida vizinho.

Esse fenômeno foi descoberto pelo norte-americano Edward Lorenz em 1962, ao simular numeri-

camente as soluções de um sistema de equações diferenciais – uma versão muito simplificada das equações da hidrodinâmica aplicadas à meteorologia. Nos anos seguintes surgiram outros exemplos de caos determinístico: em astronomia, o sistema do francês Michael Hénon, e em ecologia de populações, os exemplos do australiano Robert May e do norte-americano Mitchell Feigenbaum. Todos obtidos a partir de simulações numéricas, nas quais o comportamento caótico podia ser esperado.

Sistemas provavelmente caóticos

A observação do fenômeno em diferentes sistemas dinâmicos fez com que se tentasse ‘provar’ matematicamente a existência do caos, mas logo verificou-se que essa era uma tarefa muito difícil. Apenas em 1975 os físicos Tien-Yien Li e James Yorke, da Universidade de Maryland, obtiveram as condições para caos em sistemas ‘iterados’ unidimensionais (com apenas uma variável). Sistemas iterados são aqueles cuja solução depende de uma seqüência de equações nas quais o objeto de cada uma é o resultado da equação imediatamente anterior.

O sistema de Hénon resistiu até 1992, quando Michael Benedicks e Lennart Carleson obtiveram a prova de que é caótico. Em 1995, Marian Mrozek confirmou que o sistema de Lorenz é caótico, usando uma prova computacional – prova que, por ter partes muito longas, é feita com a ajuda de um computador. Verificou-se que é muito difícil provar a existência do caos em um sistema, e que a prova de um caso específico aparentemente não serve para outros, ainda que semelhantes.

Representações visuais de equações caóticas



Tal dificuldade levou o matemático Morris Hirsch, da Universidade da Califórnia (em Berkeley), a formular em 1983 o chamado ‘problema de decisão para o caos’: “Um importante desafio aos matemáticos consiste em obter um modo geral de determinar quais sistemas dinâmicos são caóticos e quais não o são. Idealmente deveríamos partir da forma das equações do sistema.”

Esse problema foi resolvido por dois matemáticos brasileiros – os autores deste artigo – em 1990 (a solução foi publicada em 1991).

Complicações em torno das provas

Uma prova matemática é um argumento com estrutura bem definida. Como no exemplo: “Está chovendo. Se está chovendo, vai esfriar. Logo, vai esfriar.” Ou nesse outro: “A é B e B é C. Logo, A é C.” A estrutura do primeiro chama-se *modus ponens*, enquanto o segundo exibe uma ‘propriedade transitiva’. Provas só têm sentido dentro de ‘sistemas axiomáticos’, ou seja, sistemas baseados em certos pontos de partida (axiomas). A partir desses axiomas, e usando argumentos cuidadosamente descritos, são deduzidos os ‘teoremas’ da teoria.

Um sistema axiomático forte o suficiente para abranger toda a matemática atual é o de Zermelo-Fraenkel, desenvolvido nas primeiras décadas deste século por vários matemáticos, em especial o alemão Ernst Zermelo e o israelense Abraham Fraenkel.

Só que, em 1931, o austríaco Kurt Gödel (1906-1978) demonstrou que sistemas como o de Zermelo-Fraenkel, se forem consistentes (sem contradições internas), são incompletos (contêm afirmações que não podem ser provadas nem desprovadas). Pior: em consequência do que Gödel mostrou, sabe-se que é impossível demonstrar a consistência de Zermelo-Fraenkel usando o próprio sistema. Para isso é necessário um sistema mais ‘forte’.

O problema de Hirsch e o fenômeno de Gödel

Em 1988, lançamos a conjectura de que o problema de Hirsch seria insolúvel e provavelmente relacionado ao fenômeno de Gödel. Isso quer dizer, em primeiro lugar, que não existiria uma receita geral, uma ‘fórmula’ (em termos técnicos, um ‘algoritmo’) para separar sistemas caóticos de não-caóticos. Em segundo lugar, que existiria um sistema X com o qual poderíamos formar a sentença ‘ X

é caótico' e essa sentença, assim como sua negação, seriam indemonstráveis.

A prova dessa conjectura foi obtida em 1990. Como fizemos isso? Mostramos de início que em matemática existem certas expressões muito simples, em alguns casos (quase) apenas aritméticas, cujos valores não podem ser calculados. Pode ser impossível, por exemplo, responder à pergunta: "A expressão numérica $\theta(n)$ é igual a 0 ou 1?"

Chegar a essas expressões mais simples foi o passo crucial da prova, e até elas o percurso foi complicado. Dependemos inclusive da solução de um (o décimo) dos problemas lançados em 1900 pelo matemático alemão David Hilbert (1862-1943), e também de certas técnicas de computação algébrica desenvolvidas nos anos 60 e 70.

Do problema de Hilbert ao resultado

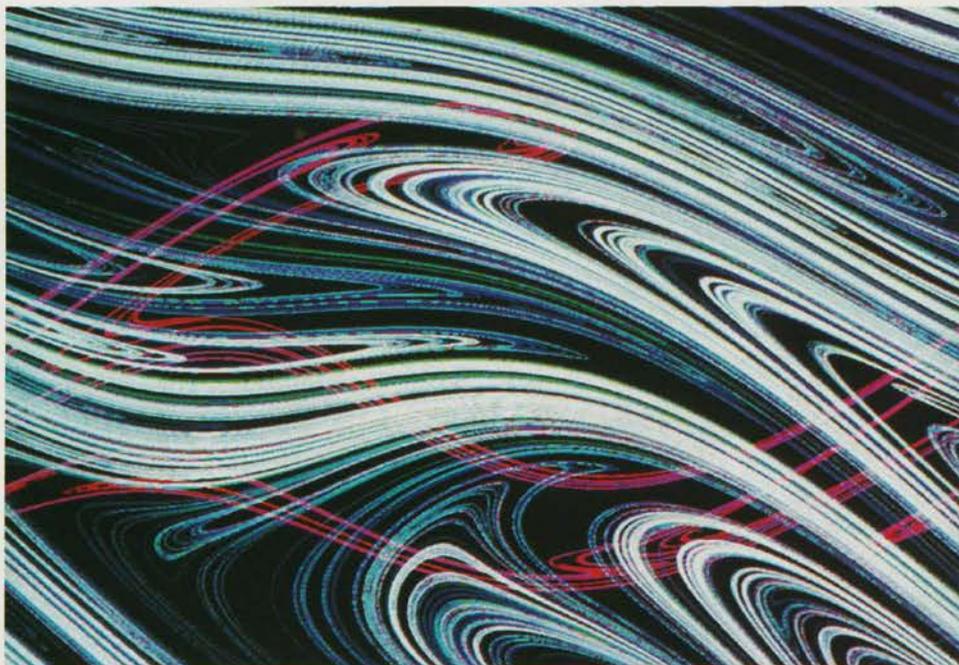
Nosso raciocínio foi o seguinte:

Desde que o matemático inglês Alan Turing (1912-1954) descreveu, em 1936, modelos idealizados de aparelhos de cálculo (base teórica da construção dos atuais computadores), sabemos que existem 'máquinas universais', capazes de simular qualquer computação. Todo computador concreto é, em tese, uma máquina universal, supondo-se que sua memória RAM possa ser expandida indefinidamente.

Da solução do problema de Hilbert, obtida em 1970 pelo russo Iuri Matyashevich a partir dos trabalhos dos norte-americanos Martin Davies e Julia Robinson, sabemos que a toda máquina universal corresponde uma 'equação diofantina universal' (um tipo de equação algébrica), que terá soluções se e somente se a máquina universal correspondente concluir algum cálculo. Em caso contrário a máquina nunca pára, entra em um *loop* infinito.

Das equações diofantinas passamos às equações algébricas usuais através do processo denominado 'transformação de Richardson'. Assim, foi possível representar a máquina universal através de uma equação algébrica que envolve polinômios, senos, cossenos e o número π .

Isso permitiu converter as propriedades da máquina universal em expressões comuns da linguagem da física, a análise clássica. Reproduzimos, em especial, as muitas propriedades não-computáveis da máquina universal de Turing dentro da teoria dos



sistemas caóticos. Com isso, obtivemos o seguinte resultado:

"Não há nenhuma 'receita' geral (algoritmo) para determinar, dadas as equações de um sistema dinâmico, se este é caótico ou não, para qualquer definição de caos. No âmbito da teoria axiomática dos conjuntos, se essa teoria for consistente, então haverá um sistema X tal que as sentenças ' X é caótico' e ' X não é caótico' são indemonstráveis."

Uma prova com muitas aplicações

O resultado obtido é muito mais geral do que parece, aplicando-se a outras propriedades dos objetos matemáticos. Um exemplo: como saber se certo número real é 'algébrico' (está entre as soluções de alguma equação algébrica de coeficientes inteiros, como $x^2 - 3x + 2 = 0$) ou 'transcendente' (não-algébrico)? Isso é impossível, no caso geral. Ou seja, não há uma receita geral para saber isso.

Uma aplicação interessante, obtida também pelos autores em 1994, tem a ver com o mundo real da economia: os economistas Kenneth Arrow e Gérard Debreu mostraram, em 1952, que para mercados competitivos sempre existirão preços de equilíbrio, que levam ao ajuste de oferta e procura. Só que quase nunca é possível calcular tais preços de equilíbrio. Não há um modo geral para saber se o mercado chegou ou não ao equilíbrio. Isso esvazia as pretensões de muita ideologia econômica vigente.

Atualmente, essa prova matemática do caos também vem influenciando o desenvolvimento de uma teoria da computação mais 'forte' que a atual, o que poderá levar a desdobramentos importantes em diversas áreas do conhecimento. ■



Os futuros 'espíritos de porco'

A lição de Prático

Maurício Luz

Editora Rocco, 276 pp., R\$ 23

A ficção científica brasileira nunca mergulhou na monotonia. Sempre surgem autores e os temas e estilos são os mais variados possíveis. *A Lição de Prático* é o livro de estréia do biólogo Maurício Luz, que usa sua imaginação para criar um mundo futuro, absurdo e divertido, onde pessoas são transformadas em porcos por conta de um atrapalhado projeto para obter a imortalidade.

O livro embarca na onda da clonagem e das experiências com animais transgênicos, mas trata de dois temas antigos: a transformação de pessoas em animais e a busca da imortalidade.

Os porquinhos com cérebros humanos nos lembram os marinheiros gregos da *Odisséia*, de Homero, transformados em animais pela magia da bruxa Circe. Só que a odisséia do doutor Frederick Schnartz se passa em 2061, ainda que ele tenha que enfrentar uma feiticeira tão diabólica quanto Circe na pele da egomaníaca doutora Giulia Tornatutto.

Schnartz quer tornar os humanos imortais combinando clonagem com transplantes de cérebros. Clones das pessoas que querem prolongar suas vidas são feitos em laboratório a partir das células da pessoa original. Quando o clone tem 17 anos, seu cérebro é retirado e destruído, sendo substituído pelo cérebro do candidato à imortalidade, que passa assim a viver num corpo novo.

É claro que essa idéia não daria certo e, sendo biólogo, Luz sabe disso. Se colocarmos o cérebro de um homem senil no corpo de um jovem, ele continuará senil. Seria preciso rejuvenescer o cérebro, algo que seu personagem, o doutor Schnartz, percebe lá pelo final do livro. Depois de prolongar as vidas das pessoas transplantando seus cérebros para os clones, o herói começa a buscar um meio de transplantar as personalidades de um cérebro velho para um novo, algo que é deixado em aberto, talvez para uma seqüência futura.

Outros autores já pensaram nisso e até resolveram o problema. Em *A cidade e as estrelas*, que Arthur Clarke escreveu em 1951, a imortalidade e o transplante de mentes são uma rotina na cidade futurista de Diaspar. Lá, quando uma pessoa fica velha, ela transfere sua mente para os bancos de memória de um hipercomputador. E quando ela decide viver de novo, a mente, com a personalidade e as memórias da vida anterior, é implantada num corpo sinteticamente produzido.

Como entusiasta dessas idéias, Clarke acredita que elas possam se tornar realidade no ano 2100. O que é uma boa meta para seu colega brasileiro manter em mente. *A cidade e as estrelas* se passa num futuro distante, daqui a um milhão de anos, mas as etapas do processo foram descritas em outro *best seller* do autor inglês. Em

2001, uma odisséia no espaço (o livro, não o filme), encontramos uma raça de extraterrestres que atingiu uma forma mais avançada de imortalidade. Primeiro, eles transplantaram suas mentes para corpos mecânicos, virando robôs, depois aprenderam a armazenar informação na própria estrutura quântica do espaço, tornando-se criaturas corpóreas, feitas de energia pura.

É claro que nenhum desses precedentes tira o valor da obra de Luz. Ele nos oferece outra visão do velho sonho e aborda um tema que Clarke não cogitou: o de transformar pessoas em animais. Uma inversão do que H.G. Wells fez em *A ilha do doutor Moreau*.

O transplante dos cérebros humanos para os corpos dos porquinhos acontece por obra dos vilões da história. Toda ficção precisa de um vilão para animar a trama, uma força qualquer que se oponha ao herói e tente impedir sua trajetória. Em *A lição de Prático*, o inimigo é a Seita do Deus Único, que destrói os clones das pessoas que seriam 'revitalizadas' durante um ataque terrorista. Sem meios de produzir novos clones antes que seus pacientes morram, Frederick Schnartz aceita a sugestão de Giulia Tornatutto e transplanta os cérebros para os corpos dos porquinhos. E os pobres pacientes são obrigados a viver oito anos como suínos até que novos clones estejam prontos

para receber seus cérebros. O que dá origem à rebelião que ocupa a parte central do livro.

Schnartz, o gênio da clonagem e dos transplantes, acaba sendo vítima das ambições de sua colega, que arma uma emboscada e transfere seu cérebro para um porco, de modo a ficar com sua fama e suas descobertas.

Um dos aspectos mais curiosos de *A lição de Prático* é que, embora o livro tenha sido escrito por um biólogo, ele apresenta uma visão pouco lisonjeira dos cientistas. Na ficção de Luz, todos os pesquisadores são pessoas desonestas, obcecadas pela fama, o poder e o sucesso profissional. Eles cometem crimes, fazem experiências antiéticas, mentem, subornam e trapaceiam. Ninguém escapa, nem mesmo o herói. Se tivesse sido escrito por um autor não cientista, certamente ele seria acusado de ter uma visão estereotipada da ciência e dos cientistas.

Mas o maior defeito de *A lição de Prático* não é este. Luz foi vítima do mesmo erro que tantos problemas causou ao seu herói. Obcecado por suas idéias, o doutor Schnartz negligencia os aspectos secundários, como a segurança de seu centro de pesquisas, que acaba invadido por terroristas. Já Luz preocupa-se tanto em expor o tema de sua obra que se esquece de construir adequadamente seus personagens. Eles viram figuras bidimensionais, meros porta-vozes das idéias do autor. Ficamos sem saber como eram eles, de onde tinham vindo, como era o mundo em que viviam.

Mas seria cobrar demais de um autor estreado. Todo primeiro livro tem defeitos e vamos esperar que *A lição de Prático* seja um sucesso, para permitir que seu autor escreva outros trabalhos de ficção e possa aperfeiçoar sua prosa, criando mundos mais detalhados e personagens mais profundos.

Jorge Luiz Calife

Especial para Ciência Hoje/RJ

Pequeno manual de divulgação científica

Cássio Leite Vieira

São Paulo, CCS/USP, 48 pp., R\$ 3

Pioneira em divulgação científica no país, a revista *Ciência Hoje* inova mais uma vez ao lançar, em parceria com a Universidade de São Paulo, este *Pequeno manual de divulgação científica*. Escrito por um assíduo colaborador de *Ciência Hoje*, o livro é um caderno de receitas sobre como escrever ciência para um público não especializado. O autor, o jornalista Cássio Leite Vieira, dividiu o manual em duas partes: a primeira procura orientar o cientista na hora de elaborar textos de divulgação; a segunda propõe dicas para facilitar o relacionamento entre cientistas e jornalistas. O livro contém ainda depoimentos de pesquisadores sobre a importância e o porquê de divulgar ciência, além de exemplos e contra-exemplos de textos reais e fictícios para auxiliar o leitor. Dirigido sobretudo a cientistas, o manual também pode ser útil a jornalistas e estudantes das mais variadas áreas do conhecimento. Exemplares podem ser adquiridos na própria *Ciência Hoje* pelo telefone 0800-264846. O preço de R\$ 3,00 para assinantes da revista e sócios da SBPC e de R\$ 5,00 para os não assinantes é simbólico, para manipulação e remessa dos livros.



Alice no país do quantum

Robert Gilmore

Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 196 pp., R\$ 20

Em uma mistura de fantasia e ciência, o autor – professor de física da Universidade de Bristol, na Inglaterra – tenta levar aos leitores leigos definições e explicações simples de conceitos científicos, em geral descritos de maneira muito complexa.

O livro é uma alegoria da física quântica, repleto de analogias: Alice (aquela do país das maravilhas) viaja ao país do quantum,

uma espécie de parque temático das partículas atômicas. A heroína vive aventuras que, de alguma forma, introduzem o leitor na teoria quântica, um tema complexo e intrigante. Para fazer conexões entre tópicos que tratam de mecânica quântica com o mundo em que vivemos, Gilmore adicionou notas explicativas que podem ser lidas ou não, sem prejuízo para a continuidade da história.

A sensibilidade do intelecto

Fayga Ostrower

Rio de Janeiro, Ed. Campus, 305 pp., R\$ 55

Dedicado a todas as pessoas que se comovem diante da milagrosa capacidade do ser humano de sentir e criar beleza – seja ela na arte ou na ciência –, o livro da artista plástica Fayga Ostrower surgiu a partir dos próprios problemas artísticos que a autora enfrentava. Fayga partiu de problemas concretos da estrutura formal e das tensões e do equilíbrio das imagens, para poder exemplificar certas correspondências entre arte e ciência. O texto é também resultado de um ano inteiro de discussões promovidas pela autora com a pintora Lilia Sampaio, o físico nuclear, cosmólogo e filósofo Luiz Alberto Oliveira, o psiquiatra e musicólogo Roberto Santoro de Almeida, a psicanalista Isabel Gurgel Valente e a professora de literatura Gilda Salem Szklo. Ao abordar os problemas mais complexos da estética em linguagem clara e acessível, Fayga proporciona também uma reflexão sobre os diferentes olhares que tentaram explicar os fenômenos do universo ao longo da história.





HÁ 70 ANOS A ECONOMIA MUNDIAL ENTRAVA EM COLAPSO

A crise de 1929

Em agosto de 1929 o professor Irving Fisher (1867-1947), o mais prestigiado economista norte-americano, estimava que o preço das ações em Wall Street havia atingido um “plateau permanentemente alto”. Em outubro daquele ano, a Bolsa de Valores de Nova York sofreu o maior colapso de sua existência sendo seguida pela mais severa crise macroeconômica enfrentada até então por uma economia capitalista industrializada.

Com o colapso financeiro da Bolsa de Nova York, a economia mundial entrou na mais profunda e generalizada depressão. Entre os anos 1928 e 1935, as principais economias nacionais sofreram contrações em profundidade jamais testemunhada na história da economia mundial. Com efeito, nem na Primeira Guerra Mundial o produto interno mundial caiu com tal intensidade.

Ainda que generalizadas, as maiores contrações entre os países mais avançados ocorreram na Áustria, na Alemanha e nos Estados Unidos. Na América Latina e na Europa Central a crise também foi aguda, notadamente no México, no Peru, na Venezuela, na Polônia e na Tchecoslováquia.

A crise de 1929 e a depressão que se seguiu levaram ao abandono definitivo do padrão-ouro (na verdade centrado na libra), tão entusiasticamente defendido nos anos 20, e inauguraram uma década marcada pela contração violenta do comércio e dos fluxos de capitais. Além da extensão de sua dimensão internacional, afetando um impressionante número de países, o que de fato notabilizou historicamente a crise de 1929 foi a longa

depressão e deflação que entre os países mais avançados se arrastou até 1932 e que, nos Estados Unidos, se prolongou até o final dos anos 30. A permanência da depressão neste último, com suas enormes seqüelas sociais, motivou a maioria das análises sobre a crise de 1929.

Capitalismo em xeque

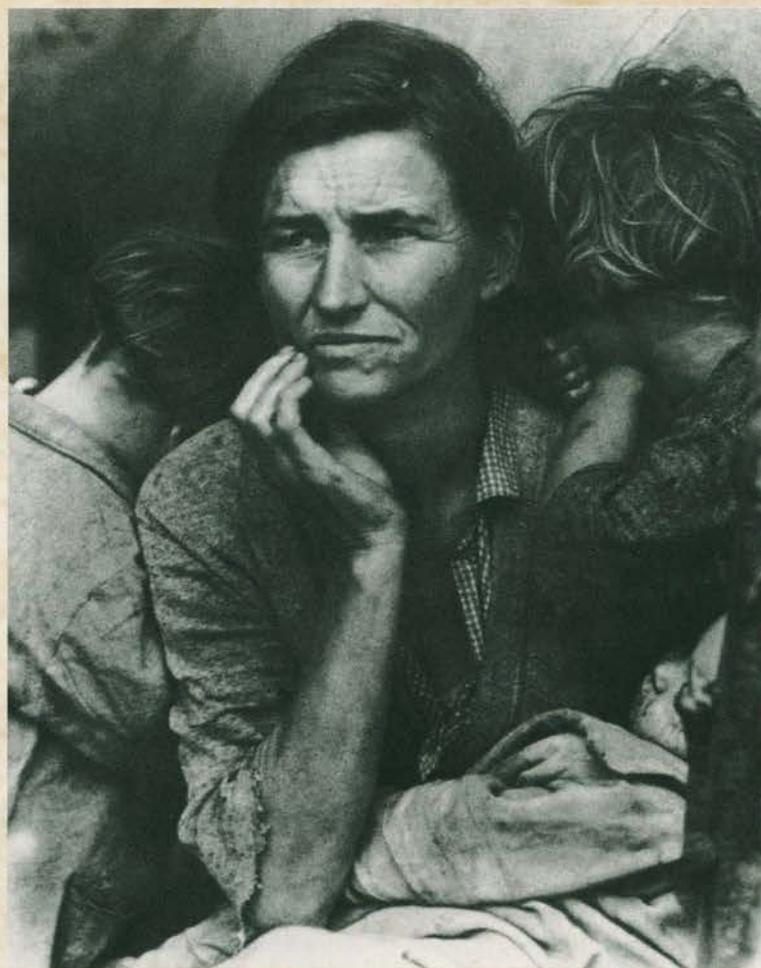
De fato, no contexto dos anos 30, a permanência de impressionantes massas de desempregados nas economias ocidentais, e, em particular nos Estados Unidos – em 1933, 13 milhões de trabalhadores, cerca de 25% da força de trabalho norte-americana, estavam desempregados –, colocava em xeque as

virtudes que no plano cultural e ideológico legitimavam o sistema capitalista. Para muitos críticos, a depressão norte-americana evidenciava a inviabilidade ou a exaustão do capitalismo avançado. É interessante notar que a despeito de



**Maiores variações cíclicas anuais
do PIB ocorridas entre os
anos 1928-1935**

CANADÁ	-29,6
ESTADOS UNIDOS	-28,5
ALEMANHA	-24,5
PERU	-22,6
VENEZUELA	-22,6
AUSTRIA	-22,5
MÉXICO	-20,8
POLÔNIA	-20,7
TCHECOSLOVÁQUIA	-18,2
FRANÇA	-14,7
NOVA ZELÂNDIA	-14,6
ARGENTINA	-13,7
IUGOSLÁVIA	-9,6
HUNGRIA	-9,4
INDONÉSIA	-9,3
AUSTRÁLIA	-9,2
CHINA	-8,7
BÉLGICA	-7,9
HOLANDA	-7,8
JAPÃO	-7,3
GRÃ-BRETANHA	-5,8
ROMÊNIA	-5,6
ITÁLIA	-5,5
BRASIL	-4,4
CHILE	-1,5
CORÉIA	-1,5
URSS	-1,1
ÍNDIA	-0,9



FOTOS EXTRAÍDAS DO LIVRO "AMERICAN PHOTOGRAPHERS OF THE DEPRESSION", PANTHEON BOOKS, NEW YORK

sua enorme importância sobre os rumos da política econômica em todo mundo, os economistas não chegaram a um consenso sobre suas causas.

Indubitavelmente alguns fatores foram decisivos para a singularidade dos Estados Unidos. Os anos 20 foram marcados naquele país por um amplo esforço de investimentos em bens de capital, um verdadeiro *boom* nos mercados de ações, no mercado imobiliário e no consumo de bens duráveis, em particular o automóvel. Tanto a estrutura de hipotecas quanto a renda dos consumidores foram drasticamente afetadas pelo colapso da Bolsa em 1929, com efeitos imediatos sobre as encomendas de bens de capital, o nível de atividade econômica e emprego.

Por outro lado, os efeitos depressivos foram ampliados

pela extensão da bolha especulativa no mercado de ações para a qual contribuiu a displicência do FED (o banco central dos Estados Unidos), como adverte o economista e diplomata norte-americano John Kenneth Galbraith (1908-) em seu clássico livro *The great crash 1929* (Penguin Books, 1954). Acrescenta-se ainda a fragilidade da estrutura bancária norte-americana, que, ao contrário da européia, era menos centralizada e incluía um sem-número de pequenos bancos. Assim, entre 1930 e 1933, foram fechados 9 mil bancos nos Estados Unidos.

O prolongamento da depressão naquele país até a segunda metade dos anos 30, quando a maioria dos países crescia, deve-se, entretanto, a sua maior relutância em abandonar a 'doutrina do orçamento equilibrado' -



segundo a qual o compromisso econômico prioritário e permanente dos governos é a defesa da estabilidade da moeda através do equilíbrio das contas públicas, independentemente do nível do emprego – e pôr em prática o que John M. Keynes (1882-1943), o economista inglês que melhor soube interpretar esse período, chamava de “intervenção ativa na conjuntura”. Na expressão do economista polonês Michael Kalecki (1899-1970), que junto com Keynes desenvolveu uma teoria alternativa à tradicional (*A diferença entre os problemas econômicos cruciais das economias capitalistas desenvolvidas e subdesenvolvidas*, Miglioli, J. (org.) Kalecki, São Paulo, Ática, 1980), seu sentido principal era realizar o “truque financeiro”, em que a deficiência dos investimentos privados poderia ser compensada por despesas governamentais financiadas por empréstimos. Não que o *New Deal* proposto pelo então presidente norte-americano Franklin D. Roosevelt (1882-1945), com seu revigorante programa de obras públicas e controle de preços, não tivesse sido eficaz. Mas a adoção em 1937 de uma política fiscal e monetária rígida, defendida pelos principais economistas

do mundo, a ‘doutrina do orçamento equilibrado’ foi abandonada, com a ruptura do padrão-ouro. A Alemanha, após uma radical e fracassada política monetária ortodoxa, mudou inteiramente suas prioridades e estabeleceu com o nacional-socialismo uma nova política econômica protecionista e expansionista guiada por um estado militarista. A União Soviética, com seu plano quinquenal, inaugurou um modelo de economia de comando, acelerando a industrialização. O Brasil (e diversos países periféricos na América Latina e Europa Central) promoveu uma nova política econômica voltada à industrialização liderada pela ação estatal.

Tendo em vista a paralisia dos fluxos internacionais e a escassez de divisas, foi erigido um arsenal de medidas protecionistas (tarifas, controles quantitativos) voltado à substituição de importações e ao crescimento econômico. Essas políticas, como argumentava o economista argentino Raúl Prebisch (1901-1986), primeiro secretário-geral da Comissão Econômica para a América Latina (Cepal), não eram fruto de uma doutrina, como muitos liberais ontem e hoje gostam de afirmar, mas eram uma

norte-americanos, neutralizava em parte seus efeitos expansionistas. Apenas com a Segunda Guerra a economia norte-americana torna-se de fato keynesiana.

No restante

imposição das novas circunstâncias. Paradoxalmente, como advertiu o antropólogo e economista austríaco Karl Polanyi (1886-1964), o liberalismo extremado, tal como praticado nos anos 20, havia contribuído para essas novas circunstâncias (*The great transformation*, Beacon Press, 1944).

Rapidez e abrangência

Por que a crise iniciada com o colapso da Bolsa de Valores em Nova York se propagou *urbi et orbe* com tamanha rapidez e abrangência? Com o final da Primeira Guerra, houve por parte das principais economias um retorno ao padrão-ouro, através do qual os governos se comprometiam a sustentar uma dada taxa nominal de câmbio com a libra esterlina num padrão semelhante ao que existiu na segunda metade do século 19. Esse retorno ao padrão-ouro, no entanto, deu-se num contexto marcadamente distinto.

A Inglaterra já não era mais o centro comercial e financeiro e os Estados Unidos, já então a nação mais rica do mundo, relutavam ou não podiam assumir plenamente a função, antes ocupada pela Inglaterra, de prover liquidez internacional. Ao contrário, com as reparações de guerra que a Alemanha era obrigada a pagar às nações européias e com o endividamento destas em relação aos Estados Unidos, o ouro e os fluxos monetários deslocavam-se e concentravam-se nesse país.

Como nos conta Galbraith, em 1927 os presidentes do Banco da Inglaterra e do Banco Central da Alemanha foram em missão aos Estados Unidos solicitar que o FED baixasse a taxa de juros de forma a evitar a contínua drenagem de ouro

da Europa para aquele país. Com uma economia muito menos dependente do comércio internacional, os Estados Unidos não transmitiam seu crescimento econômico para os países periféricos como a Inglaterra fazia com suas importações de alimentos e matérias-primas. A crescente concorrência entre estes, particularmente os da América Latina e da Europa Central, conduziram a uma queda dos preços em relação aos bens industriais.

Neste contexto, quando os Estados Unidos, em defesa de seus agricultores, estabeleceram a tarifa *Smoot-Hawley* em 1929, precipitaram uma queda sem precedentes das *commodities* primárias. Com a depressão econômica nos países centrais e com a queda dos preços primários, os países periféricos tornaram-se integralmente insolventes. A Bolívia e diversos países latino-americanos anunciaram moratória, a mesma situação de insolvência generalizou-se entre os países da Europa Central. Nos bancos europeus com elevados créditos nestes países houve corridas bancárias alastrando o pânico para a Alemanha e a Áustria.

As semelhanças de hoje com 1929

Muitos se perguntam hoje se as circunstâncias que caracterizam a economia mundial não se assemelham com as que há 70 anos se abateram sobre ela. Com efeito, há diversas similitudes. O inusitadamente baixo nível dos preços das *commodities*, a exuberância do mercado financeiro especialmente nos Estados Unidos, a crise dos países periféricos, notadamente na América Latina e Ásia, a depressão que se prolonga no Japão, o baixo crescimento do emprego na União Européia, a deflação que parece se projetar na economia mundial com alarmante impacto sobre o nível de desemprego.

É possível também considerar que em parte essa situação decorre da indiscriminada abertura comercial e financeira e da ascensão na maioria dos países da antiga 'doutrina do orçamento equilibrado', defendida nos anos 80 e 90 como novidade e imperativo inescapável da globalização. Muitos se perguntam ainda se como resposta a essa situação não se projetaria para

os próximos anos um cenário de fechamento e protecionismo como o que prevaleceu nos anos 30.

As perguntas são procedentes, mas há duas diferenças fundamentais. Em primeiro lugar, ao contrário dos anos 20, que testemunharam o declínio da libra como moeda reserva fundamental, hoje o dólar assume indisputada hegemonia na economia mundial. Afirmou-se no sistema monetário internacional uma clara hierarquia em que o FED influencia unilateralmente os seus rumos. Em segundo lugar, os governos ainda que não queiram praticar o legado de Keynes, o fazem por opção e não porque só saibam praticar a 'doutrina do orçamento equilibrado'. Nos anos 30, a vitória dessa crença custou um elevado preço à nação norte-americana. Hoje, como testemunha o vibrante desempenho da economia dos Estados Unidos, as lições foram apreendidas e vêm sendo praticadas pelo menos nesse país.

Lamentavelmente, nos países periféricos os economistas acreditam mais nas fantasias criadas incansavelmente nas academias sobre como a economia de mercado deveria idealmente funcionar do que na experiência própria das economias de mercado exitosas. No entanto, uma vez que os fatos e a necessidade mais cedo ou mais tarde acabam por se impor, as fantasias se dissolvem. Neste caso, não é preciso esperar por uma nova teoria para guiar a ação dos homens públicos.

Carlos Aguiar de Medeiros

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



Milhões de assuntos

Parabéns pela grande revista. Tenho certeza de que tem ajudado muitos leitores interessados nos milhões de assuntos da ciência. A matéria superinteressante sobre 'Bactérias ultra-resistentes' (CH nº 138) engrandeceu um trabalho que fiz para a escola.

ALEXANDRE DOLABELLA

POR E-MAIL

O destino dos pingüins

O artigo sobre os cuidados dispensados aos pingüins trazidos à costa Sul por correntes marinhas (CH nº 142) é interessante e muito instrutivo, mas dois aspectos ficaram deficientes. Primeiro, (...) a afirmação do coordenador do projeto de que está esperando pesquisadores interessados em pingüins. Até chegar a essa afirmação, estava assumindo que pelo menos a equipe dele aproveitasse os animais para fazer pesquisa. Segundo, o texto não menciona o que ocorre com os pingüins resgatados devolvidos ao ambiente natural. O destino desses pingüins seria por si um motivo de pesquisa. Saber o que acontece com eles em termos de sobrevivência e reprodução seria necessário para avaliar a relação custo-benefício ambiental e econômica do resgate. (...)

LAURIVALA DE LUCA JR.

ARARAQUARA, SP

 O Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos do Rio Grande do Sul, responsável pelo

resgate dos pingüins, responde: "O Ceclimar tem um corpo técnico muito pequeno e, portanto, não pode dedicar-se ao estudo dos pingüins, cuja presença em nosso litoral é ocasional e restrita ao inverno. Uma vez que temos um setor de reabilitação de fauna silvestre (...), seria pouco ético negar atendimento veterinário aos nossos extenuados 'visitantes'. O Centro está disposto a receber pesquisadores que desejarem desenvolver estudos sobre a biologia e a imigração dos pingüins-de-magalhães."

Temor em relação às vacinas

Leitor assíduo e 'ativo' da CH, não perco uma edição. Atualização científica, sugestões para leitura, roteiros ecológicos, entretenimento são benefícios da rica leitura. Ou temas para pesquisa científica, como a nota publicada na CH nº 147 com o título 'Modelo matemático simula respostas do sistema imune'. Como médico pediatra, estou temeroso quanto ao número de vacinas que as crianças vêm recebendo em nome de uma qualidade de vida melhor. Talvez, em futuro próximo, venhamos a constatar o aumento das doenças auto-ímmunes devido à exposição exagerada às vacinas. O modelo matemático desenvolvido pelos físicos Rita Zorzeno dos Santos e Américo T. Bernardes poderá ajudar a responder essa questão tão intrigante.

ROMAR WILLIAM C. DELLAPIAZZA

SÃO PAULO, SP

Estresse e defesa imunológica

Gostaria de parabenizar a CH pela excelente produção digital. Estou acabando minhas pesquisas de doutorado na Universidade de Bristol (Inglaterra), em neuroimunologia. Venho pesquisando os mecanismos em que o estresse psicológico e a depressão levam à redução de nossas defesas imunológicas. Gostaria de saber se a revista teria interesse em publicar um artigo sobre esse tema.

MOISÉS BAUER

UNIVERSIDADE DE BRISTOL

BRISTOL, INGLATERRA

 Lembramos a todos os pesquisadores interessados em publicar artigos em CH, que os textos recebidos são apreciados por editores e revisores científicos, para assegurar a atualidade e a igualdade. São aceitos artigos em todas as áreas do conhecimento científico.

Mutantes de laboratório

Para começo de conversa, vocês estão de parabéns. A revista é muito boa. Sou estudante de ciências biológicas da Universidade Estadual Paulista e gosto muito da CH. O artigo sobre os mutantes de laboratório (CH nº 146) está ótimo. Todo o contexto e as explicações são de fácil entendimento. Gostaria que vocês publicassem reportagens sobre alimentos alterados geneticamente e sobre os avanços no estudo do câncer. Muito sucesso!

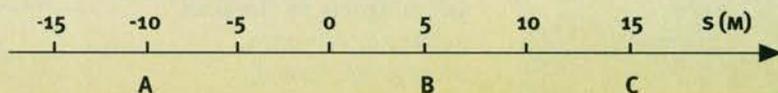
FABRÍCIO DE CARVALHO

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP

Correções

 A composição do próton, no artigo 'A assimetria do universo' (CH nº 148, p. 31), está incorreta: na verdade, o próton é formado por três quarks, sendo dois *up* e um *down*.

 No artigo 'A política educacional do mendigo' (CH nº 148, p. 58), a figura referente à questão da prova aplicada pelo autor está incorreta. A figura correta é:



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

E-MAIL:
chojered@sbcnet.org.br



**PROJETO TAMAR. ESTE PATROCÍNIO
NÃO ESTÁ AMEAÇADO DE EXTINÇÃO.**

A Petrobras está completando 16 anos de patrocínio do Projeto Tamar-IBAMA. Durante todo esse tempo, conseguimos garantir que mais de 2 milhões de filhotes de tartarugas chegassem ao mar em segurança. São 23 estações de proteção em mais de mil quilômetros de praias, num esforço para que a espécie seja preservada por muitos e muitos anos. Esta é a nossa maneira de colaborar com o meio ambiente e cumprir nosso compromisso com a sociedade.



www.petrobras.com.br

QUALIDADE SEM LIMITES. COMPROMISSO PETROBRAS.



Usina Hidrelétrica Balbina. 10 Anos Gerando Vida.



A Usina Hidrelétrica Balbina está comemorando dez anos. E tem mesmo que comemorar. Balbina tem uma potência de 250 MW e abastece mais de 50% do mercado de energia elétrica de Manaus. Desde que entrou em operação, a geração hidráulica de Balbina proporcionou uma economia com derivados de petróleo - antes usados na geração termelétrica - de R\$ 1,5 bilhão, quase o dobro dos investimentos realizados na construção da hidrelétrica. Mas, nesses dez anos, Balbina vem fazendo muito mais que gerar energia. Ela está gerando vida, através de diversos projetos ambientais desenvolvidos pela Eletronorte em conjunto com renomadas

instituições científicas e de pesquisa. Projetos como a proteção e a preservação de quelônios e mamíferos aquáticos, a estação de piscicultura, a reserva biológica do Uatumã, o centro de proteção ambiental e o de maior sucesso, o Programa Waimiri Atroari, em conjunto com a Funai. Antes da construção de Balbina, os índios Waimiri Atroari somavam pouco mais de 200 indivíduos e hoje essa população já passa dos 800, vivendo com a sua cultura preservada, sem doenças e com um crescimento populacional de 7% ao ano. Esse é apenas um pedaço dessa história de sucesso. Uma história que tornou Balbina sinônimo de respeito à vida e exemplo de desenvolvimento sustentável. Pode ter certeza: resultados como esses nós ainda vamos comemorar por muitos e muitos anos.