

Animais em perigo

no estado do Rio de Janeiro



**Esperança
de vida
em Titã**

**Caça aos
'fósseis' de
micróbios**



IEPA - UM REFERENCIAL PARA A AMAZÔNIA

Colocar a ciência e a tecnologia a serviço do desenvolvimento sustentável na região é o principal objetivo do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, cuja linha de pesquisa tem como filosofia agregar valor aos produtos natu-



Museu do Desenvolvimento Sustentável

rais, gerando conhecimento que atenda às demandas da comunidade local sem degradar o meio ambiente.

O Instituto possui um Centro de Plantas Medicinais e Produtos Naturais, onde são desenvolvidos projetos para o

setor de alimentos, como o de conservação de polpa de frutas. Mas é



Pata-de-vaca

no setor de saúde pública que as pesquisas do IEPA têm ganho destaque, utilizando plantas medicinais no tratamento e controle de doenças como o diabetes, a hipertensão, o reumatismo e a asma, utilizando mais de 70 produtos fitoterápicos produzidos.



Zoneamento ecológico

O IEPA possui ainda uma farmácia de produtos naturais financiada com recursos do PPG7 e um Centro Zoobotânico e Geológico que cataloga 13 mil espécies vegetais e 20 mil espécies animais, vertebrados e invertebrados.

A conservação das espécies florestais ganhou destaque com pesquisas que buscam alternativas para o manejo sustentável das principais espécies da região.

Fundado em 1991 a partir da junção de dois museus – História Natural e



Produtos fitoterápicos

Plantas Medicinais –, somente com a implantação do Programa de Desenvolvimento Sustentável do Amapá - PDSA em 1995 é que o Instituto teve sua linha de pesquisa reformulada, tornando-se um referencial desse modelo de desenvolvimento na Amazônia.

IEPA - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

GOVERNO DO
AMPA
Participação e Cidadania

PDSA: Melhor qualidade de vida



Animais em perigo no Rio de Janeiro

Como um dos países que abriga grande parte da biodiversidade do planeta, o Brasil não pode se dar ao luxo de perder esse importante patrimônio natural. A intensa degradação dos ecossistemas naturais promovida pelo homem, entretanto, está ameaçando a sobrevivência de muitas espécies animais e vegetais, antes mesmo de elas serem identificadas. Para conhecer melhor os ecossistemas em perigo é preciso adotar medidas de proteção, como a elaboração de listas de espécies com risco de extinção, respeitando sempre as diferenças regionais. As primeiras listas estaduais – no Paraná, em Minas Gerais e em São Paulo – estimularam pesquisadores fluminenses a elaborar uma lista oficial da fauna ameaçada do Rio de Janeiro, com 257 espécies, que apresentamos nesta edição.

Formas diversas de vida não faltaram desde o surgimento dos primeiros seres na Terra. Entre as mais curiosas, destaca-se o parasitismo – associação entre organismos de espécies diferentes, onde um indivíduo (o parasito) obtém de outro (o hospedeiro), os nutrientes e as condições fisiológicas de que precisa para viver. Embora antigo, o estudo dos parasitos que afetam o homem foi ampliado, há 70 anos, pela busca de vestígios desses organismos em restos humanos seculares, como tecidos mumificados, ossos e fezes fossilizadas. Esse campo de pesquisa, a paleoparasitologia, está usando agora as mais recentes técnicas da biologia molecular para detectar resíduos de DNA de parasitos em materiais arqueológicos e paleontológicos, gerando informações que podem ajudar a compreender muitos aspectos da evolução biológica e social do ser humano.

Ao mesmo tempo que paleoparasitologistas tentam desvendar segredos enterrados por milênios, astrônomos procuram explicações para a origem da vida em outros mundos. Com dimensões pouco maiores que as da Lua, Titã, maior satélite de Saturno e o único com atmosfera, parece ser o laboratório ideal para esse estudo. Os pesquisadores esperam ansiosos a chegada do módulo da nave Cassini em solo titânico, prevista para 2004. Só então será possível ter uma pista sobre nossas origens e saber se a vida é uma prerrogativa exclusiva da Terra.

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
Secretária de Redação
Editor de Texto
Setor Internacional
Repórteres
Revisoras
Secretárias
Colaboraram neste número

Alicia Ivanisovich
Valquíria Daher
Ricardo Menandro
Micheline Nussenzveig
Ângela Góes, Bruno Magalhães, Danielle Nogueira, Fernando Paiva,
Leonardo Zanelli, Leticia Palha Carvalho e Rachel Ruiz Romano
Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Theresa Coelho e Irani Fuentes de Araújo
Bernardo Esteves, Daniela Evelyn (reportagem)
e Cássio Leite Vieira (edição de texto)

ARTE

Diretora de Arte
Programação Visual
Computação Gráfica

Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Claudia Fleury (E-mail: ampersan@uol.com.br)
Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira
Luiz Baltar

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE
Coordenador Científico
Correspondente

Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG)
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
Supervisora de Operações
Contato Comercial

Ricardo Madeira (E-mail: rmadeira@dialdata.com.br)
Sandra Soares
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
Rüdiger Ludemann – Telefax: (071) 379-7716

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Pessoal de Apoio

Lindalva Gurfield
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
Assistente
Pessoal de Apoio

Adalgisa Bahri
Maria Lúcia Pereira
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
Impressão
Distribuição em Bancas

Open Publish Soluções Gráficas
Gráfica JB S/A
Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE

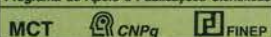
Redação

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

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DE



Programa de Apoio a Publicações Científicas



A fauna ameaçada do estado do Rio de Janeiro

18

A definição de que espécies animais estão ameaçadas no Brasil deve considerar as diferenças regionais. Essa constatação levou pesquisadores fluminenses a elaborar a lista oficial da fauna ameaçada do Rio de Janeiro, que soma 257 espécies.

Por Helena de G. Bergallo,
Carlos Frederico D. da Rocha,
Monique Van Sluys
e Maria Alice dos Santos Alves



Titã: um laboratório para a origem da vida

24

Descoberto há cerca de 350 anos, Titã, o maior satélite de Saturno, ficou esquecido até o início deste século. Esse satélite atrai hoje o interesse dos cientistas por ter atmosfera, superfície rochosa e lagos e mares profundos, e porque pode revelar novos e importantes dados sobre a origem da vida.

Por Luiz Fernando C. Nascimento e Rogério Pinto Mota

ATENDIMENTO AO
ASSINANTE E
NÚMEROS AVULSOS

TEL.: 0800 264846

CH on-line:

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



Dos caçadores de micróbios à paleoparasitologia molecular 32

O estudo dos parasitos que atingem o homem foi ampliado, há cerca de 70 anos, pela busca de vestígios de parasitismo em tecidos mumificados, ossos e fezes fósseis. Esse novo campo, a paleoparasitologia, usa agora técnicas da biologia molecular para detectar resíduos de DNA de parasitos nesses materiais.

Por Adauto Araújo,
Luiz Fernando
Ferreira
e Karl Reinhard



Capa:
Foto de
Helena G. Bergallo

O LEITOR PERGUNTA

- É possível dissolver o óleo na água?  4
- O que é a doença de Stargardt? Existe cura ou algum tipo de tratamento? 4
- Qual a origem do fenômeno denominado 'raio verde'? 5
- Pode-se contrair esquistossomose ingerindo água contaminada por cercárias? 5

ENTREVISTA

Jacques Bidet

A volta de Marx



6

MUNDO DE CIÊNCIA

- Dolly já nasceu velha?  10

EM DIA

- Um fóssil de peixe bebê escondido no Araripe 40
- O espetáculo da ciência 42
- Bananeira na restauração de documentos 44
- No rastro do mercúrio 46
- O 'gosto amargo' do leite 49
- Mãos reanimadas  50

EM FOCO

54

OPINIÃO

- Até onde vai a devastação da Amazônia? 56

PRIMEIRA LINHA

- Formiga ataca pragas do cacau  59
- O acesso do Brasil ao espaço 62

RESENHA

- Rigor e originalidade  66

MEMÓRIA

- Um livro ainda muito atual 68

TECNOLOGIA

- Spray reduz impacto de vazamentos de petróleo  71

CARTAS

72



É possível dissolver o óleo na água?

THIAGO FREITAS, CURITIBA/PR

Em princípio, a resposta é não, pois sabe-se que água e óleos vegetais (como óleo de soja e azeite de oliva) não se misturam, formando camadas separadas se colocados juntos em um mesmo recipiente. Por isso é que se diz, em relação a duas pessoas que não se entendem, que “são como óleo e água”.

Uma dada substância é solúvel quando pode ser dissolvida em outra, formando uma mistura homogênea (a segunda é denominada solvente). A dissolução ou não depende de certas propriedades das duas substâncias. Assim, os solventes polares – cujas moléculas têm uma parte com carga elétrica positiva e outra com carga negativa – tendem a dissolver substâncias polares e

a não dissolver as não-polares. Em outras palavras, substâncias com constante dielétrica alta tendem a ser bons solventes para substâncias polares, enquanto solventes com constante dielétrica baixa tendem a ser bons solventes para substâncias não-polares. A água, que tem constante dielétrica alta (80) a 25°C, dissolve bem substâncias polares (como o álcool) mas não faz o mesmo com as não-polares (como gasolina e óleos vegetais).

Os óleos vegetais são dissolvidos por substâncias não-polares, como o hexano, usado na indústria para extrair certos óleos desse tipo. Nos últimos anos, vem tentando-se evitar o uso de solventes orgânicos, como o hexano, nesse processo. Mesmo que pareça paradoxal, uma

das alternativas não-tóxicas é a própria água, desde

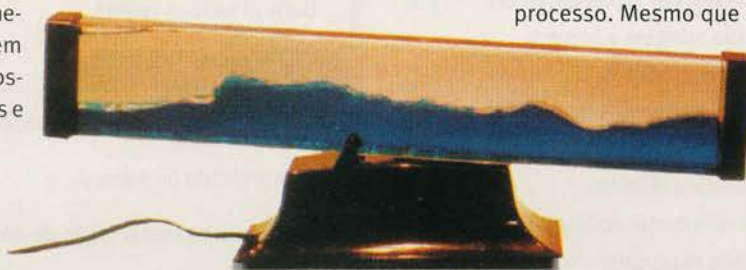


FOTO DE ADRIANA LORETE



O que é a doença de Stargardt?

Existe cura ou algum tipo de tratamento?

PAULO ROBERTO MACIEIRA, POR E-MAIL



A doença de Stargardt é autossômica recessiva, ou seja, é transmitida geneticamente, mas nem todas as pessoas de uma família precisam manifestá-la. Em geral, os pais de um indivíduo afetado têm genes anormais mas não apresentam os sintomas. A doença ocorre entre 6 e 20 anos de idade, atinge os dois olhos e pode vir acompanhada de redução da audição, surdez e, mais raramente, mudez. As principais manifestações oculares são: capacidade visual diminuída, às vezes rapidamente e de forma acentuada na área central do campo de visão. Há dificuldade progressiva de distinção de cores, principalmente do verde e do vermelho.

O exame da retina revela altera-

ções em sua região macular, cuja aparência alaranjada e lisa se torna semelhante à de uma casca de laranja ou com imagens de flocos amarelos ao redor da área central atrófica, com aspecto de bronze batido.

O principal diagnóstico diferencial é o do *Fundus Flavimaculatus*, doença herdada de modo semelhante e com alterações retinianas similares, porém sem envolver a mácula.

A doença de Stargardt não tem cura ou tratamento medicamentoso. Auxílios ópticos, como lupas ou telescópios, podem ajudar a melhorar a visão.

Arlindo Portes
Hospital Municipal
Souza Aguiar/RJ

que aquecida a altas temperaturas e mantida a pressão suficiente para permanecer no estado líquido.

A água pressurizada pode substituir solventes orgânicos, em muitos processos de extração, porque sua constante dielétrica sofre drástica redução à medida que a temperatura aumenta – de 80 (a 25°C), essa constante passa para 27 (a 250°C) e para 8 (a 400°C). Com isso, a água torna-se um solvente cada vez mais apropriado para substâncias não-polares: a 50°C ela pode extrair fenóis clorados (polares), a 250°C extrai substâncias como naftaleno, fenantreno e antraceno (fracamente polares) e a 400°C dissolve certos alcanos, hidrocarbonetos presentes, por exemplo, na gasolina (não-polares).

Assim, embora a resposta contrarie o senso comum, é possível dissolver o óleo na água.

Oswaldo E. S. Godinho

e **Paulo Cesar M. Carneiro**

Departamento de Química,

Universidade Federal do Maranhão



? Passei um ano no Brasil e levei um susto, quando ao entardecer, vi um raio verde. Quando criança, eu li o livro *O raio verde*, de Julio Verne, e não podia imaginar que se tratava de um fenômeno real. Mas lá estava ele: o céu todo alaranjado e um único raio verde destacado, como se saísse do Sol e cruzasse o céu. Qual a origem desse fenômeno?

RAFAEL ARGILES, VALÊNCIA/ESPANHA

O 'raio verde' é um efeito atmosférico, que ocorre quando o Sol está desaparecendo no horizonte oeste ou surgindo no horizonte leste. Quando se vê apenas um pedacinho do disco solar no horizonte, a luz passa por uma camada atmosférica muito espessa, várias vezes mais espessa do que quando está no zênite (no ponto mais alto). Nessas condições, a atmosfera funciona como um prisma, decompondo a luz solar em suas cores constituintes. Cada cor é desviada segundo um ângulo diferente até o verde incidir diretamente sobre o observador, formando o 'raio verde' por alguns instantes.

Para que isso ocorra é necessário que o horizonte esteja livre (é mais fácil observar esse fenômeno na direção do mar) e o ar sem muita turbulência nem muita poluição.

Roberto Costa

*Instituto Astronômico e Geofísico,
Universidade de São Paulo*

? Pode-se contrair esquistossomose ingerindo água contaminada por cercárias?

RAFAEL PINTO VIEIRA, BELO HORIZONTE/MG

As cercárias são larvas infectantes do *Schistosoma mansoni*, parasita causador da esquistossomose. São formas evolutivas jovens capazes de penetrar no organismo humano através da pele ou mucosas. A transmissão da esquistossomose, doença veiculada pela água, não está necessariamente relacionada à ingestão da água contaminada, como a maioria das outras doenças veiculadas por esse meio. No entanto, o contato da mucosa oral com água contendo cercárias pode permitir a infecção e o desenvolvimento da esquistossomose. O diagnóstico da doença deve ser feito por exame parasitológico de fezes (ver 'Esquistossomose em foco' em *Ciência Hoje* nº 135).

Miriam Tendler

*Laboratório de Esquistossomose Experimental,
Departamento de Helminologia/Fundação Oswaldo Cruz*

CARTAS À REDAÇÃO

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

**E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br**

Jacques Bidet

A volta de Marx



Como pensar questões atuais como globalização, neoliberalismo, transformação das relações de trabalho, novas formas de organização? Temas como esses são o foco de estudo do filósofo francês Jacques Bidet, professor da Universidade Paris-X, que faz uma releitura dos fundamentos da teoria que Karl Marx propôs em *O Capital*. Diretor do periódico semestral *Actuel Marx*, editado pelo Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS), da França, Bidet analisa essas e outras questões que assolam o mundo contemporâneo. Como coordenador da

publicação, o filósofo francês também organiza o *Congresso Marx Internacional* e a coleção paralela *Actuel Marx Confrontation*, com cinco a seis edições por ano.

A partir de sua tese de doutorado sobre *O Capital*, na qual Bidet trabalhou durante seis anos, escreveu o livro *Que faire du Capital?*, publicado em 1985 pela Presses Universitaires de France (PUF) e traduzido para diversas línguas, com todas as edições esgotadas. Atualmente divulgando sua nova obra, *Théorie Générale* (a ser publicada pela PUF, na França, e pela editora Xamã, no Brasil), em que retoma as bases do pensamento marxista, o filósofo veio ao Brasil, onde participou do ciclo de debates 'Marx Atual – Teoria e Prática', promovido pelo Laboratório Dimensões da História do Departamento de História da Universidade Federal Fluminense (UFF), e estabeleceu as bases para uma edição brasileira de *Actuel Marx*. Nesta entrevista, Bidet fala sobre o retorno do pensamento marxista e as revoluções que ainda estão por surgir.

ENTREVISTA CONCEDIDA A **VIRGÍNIA FONTES** (LDH/DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA/UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE),

LETÍCIA PALHA CARVALHO E MICHELINE NUSSENZVEIG, CIÊNCIA HOJE/RJ

Como está estruturada a revista *Actuel Marx*?

Actuel Marx pertence a uma corrente que representa um certo retorno a [filósofo e cientista social alemão Karl] Marx (1818-1883), visível na França há uns cinco anos. Costumamos reeditar obras de Marx, mas o principal é uma releitura da tradição marxista ao lado de outras correntes democráticas, progressistas e, algumas vezes, até liberais. *Actuel Marx* é formada por um grupo de filósofos, economistas, historiadores, juristas, que querem retomar a reflexão neste novo período, depois da queda dos sistemas soviéticos e de sistemas análogos e do novo desenvolvimento mundial do capitalismo. Portanto, estamos trabalhando num período novo com, acredito, idéias originais. As pessoas que escrevem são principalmente ligadas a universidades, pesquisadores do CNRS ou de outras instituições, e os assuntos abordados têm interesse internacional. Há grande intercâmbio de idéias: o segundo número foi sobre o Japão, onde já em 1970 dizia-se que um terço dos economistas eram marxistas. Trabalhamos muito com italianos, alemães, mas, modestamente, podemos dizer que o epicentro atual é anglo-saxão.

Existe uma outra revista marxista, a *New Left*, da Inglaterra. Quais as semelhanças ou diferenças com a *Actuel Marx*?

A comparação é um elogio para nós! Eu creio que a *New Left* é a principal revista marxista no mundo. Ela está respaldada pela língua inglesa e tem um papel muito importante nos debates. Há, porém, uma

Como o novo marxismo vê a sociedade contemporânea, com suas novas relações de trabalho, como a flexibilidade dos horários, a mudança na jornada e os contratos temporários? Quais adaptações teve que sofrer?

É difícil, para mim, responder questões tão precisas. Estou lançando um livro cujo objetivo é a refundamentação do marxismo, isto é, retomar as questões propostas desde o começo em bases maiores. É como se tentássemos escrever hoje *O Capital* a partir do contexto atual. Como filósofo, o que proponho é um trabalho conceitual, que retome os temas inicialmente propostos por Marx. Esse retorno vem depois de uma ruptura. Houve um corte, uma grande utopia que, num certo sentido, viu seu fim. Está ocorrendo a globalização de *O Capital*, e as teorias de Marx aparecem como importantes no novo contexto, pela sua análise crítica do capitalismo. Nossa avaliação é que existem erros em *O Capital* que devem ser corrigidos, assim como é preciso estabelecer teorias mais amplas que englobem suas idéias. Na nossa revista, não consideramos o marxismo como uma filosofia que deva ser sempre comentada, mas como uma ciência, um saber aberto à crítica, que erra e está em desenvolvimento. Também tentamos integrar, em um mundo em constante transformação, a teoria de Marx num contexto maior, somando-a a outras fontes do pensamento democrático. Marx teria feito o mesmo. Usamos também outros recursos. Lemos com grande interesse novas teorias e pensadores, como o filósofo norte-americano

O neoliberalismo, que impõe na escala mundial uma outra lei, supostamente natural, que é a do mercado, é uma outra forma de totalitarismo, uma face aterradora e exterminadora

pequena diferença. Nossos textos são mais acadêmicos, abordamos o campo da teoria, da epistemologia, da filosofia, da economia. Nossos leitores são principalmente professores de segundo grau ou de universidades, profissionais de economia, sociologia, pesquisadores ou pessoas que têm formação universitária, porque os artigos são bastante grandes e difíceis de digerir. Não vendemos a revista em bancas, não procuramos isso. Já a revista *New Left* associa os dois lados, há sempre um ou dois artigos teóricos e muitas análises empíricas do mundo contemporâneo. Nós escolhemos um caminho mais restrito.

no John Rawls (1921-), o sociólogo alemão Max Weber (1864-1920) ou o filósofo alemão Jürgen Habermas (1939-). Esse retorno de Marx é muito complexo. Sabemos que devemos trabalhar muito com outras formas de pensamento para entender o movimento do mundo. Tomamos Marx como base para esse entendimento.

O caráter teórico desses estudos não os distancia da realidade, não os afasta da proposta de se pensar a sociedade concreta?

Na palestra que dei na UFF havia militantes políticos que perguntaram o que eu queria dizer com esse ▶



discurso e lembraram que, no Brasil, o problema é a miséria, a exploração, as favelas, os sem-terra etc. Fiquei um pouco desorientado e fui incapaz de responder; não soube o que dizer, mas refleti durante a noite (uma boa conselheira). E entendi que Marx sabia muito bem que havia 30 milhões de escravos na América que produziam mercadorias, além de uns 100 milhões de trabalhadores rurais na Europa explorados em nome do capital e ainda 100 milhões de indianos completamente aniquilados pelo capitalismo. Ao ler *O Capital*, devemos ir até a página 500 ou 600 para entender o tema dos trabalhadores rurais, da exploração colonial e dos escravos. A ra-

teoria da luta de classes, dos povos, da luta das mulheres etc.

Como o senhor vê o sindicalismo hoje?

Não há dúvida de que o sindicalismo está em crise no mundo todo, até por causa da globalização. O estado-nação era um lugar onde não havia só o mercado mas existia também uma organização central e onde os trabalhadores, cidadãos comuns, tinham relações de força e podiam estabelecer normas de trabalho devido à força que os sindicatos tinham. Isso porque existia o mercado, a organização e a associação imediata, três pólos que agiam



Houve revoluções importantes em que metas foram atingidas. É um ciclo que terminou, mas achar que a história acabou é ser ingênuo, porque ainda existem revoluções das forças produtivas, a informação generalizada, o maior acesso à cultura e essa violência extraordinária

ção para isso é que deve ser construída primeiro a base teórica do proletariado e do capitalismo para então abordar esse assunto. Nas primeiras páginas, Marx não fala da exploração, mas sim das relações de mercado. O útil politicamente é tentar reconstruir sua obra, a partir desse ponto inicial, em que ele enfrenta a ideologia liberal.

Como o senhor avalia o neoliberalismo que vem se expandindo pelo mundo?

Parece-se muito com o stalinismo que, em sua utopia coletivista, afirmava que se devia acabar com o mercado, porque havia uma lei natural, de organização da sociedade. O neoliberalismo, que impõe na escala mundial uma outra lei, supostamente natural, que é a do mercado, é uma outra forma de totalitarismo, uma face aterradora e exterminadora. Eu oponho lei a regra. O homem moderno não conhece a imposição de leis, ele só conhece regras, ou seja, a possibilidade do acordo por meio da discussão, do discurso. Não estamos em um vilarejo, não podemos estabelecer as regras somente pelo discurso; são necessárias mediações e sabemos que elas são o mercado e a organização. Elas têm um potencial de dominação, de autoridade, como já interpretou Habermas. Mas ele desvia-se da análise de Marx, tende para uma teoria de compromisso. Meu livro retoma o pensamento de Habermas, mas formulando uma alternativa a sua teoria. Não é somente uma teoria do discurso, mas uma

juntos. Esses trabalhadores associados tinham peso para exigir a existência de regras. Isso é fundamental, porque, quando as fronteiras enfraquecem, o mercado ganha e os que têm poder juntam forças para destruir os sindicatos e suas regras. O trabalho dos sindicatos deve ser mantido, mas é necessário encontrar outras formas de associação para todas as formas de vida, no campo, na cidade etc. São outras dimensões de associação, diferentes das da produção, mas que se referem ao consumo e à urbanização. Assim, os trabalhadores, as pessoas comuns, encontrariam força suficiente para renovar suas formas de união e tornar-se talvez ainda maiores que o estado.

Ainda é possível falar em revolução?

Sim. Houve revoluções importantes em que metas foram atingidas. É um ciclo que terminou, mas achar que a história acabou é ser ingênuo, porque ainda existem revoluções das forças produtivas, a informação generalizada, o maior acesso à cultura e essa violência extraordinária. Calcula-se atualmente que existam 200 milhões de escravos no mundo ou pessoas que trabalham num regime de quase escravidão no Paquistão, na Índia, em certas regiões da China, no sudeste da Ásia, no mundo árabe e no Brasil, provavelmente. Por outro lado, há um volume enorme de jovens aprendendo que a música atravessa fronteiras, que tudo passa pela Internet etc. Eu acho que não podemos pensar que existe agora

uma sociedade civil internacional regulamentada pelo mercado; isso é um absurdo. Quando [o filósofo alemão Immanuel] Kant (1724-1804) dizia que ninguém podia afirmar que possuía algo e [o filósofo inglês John] Locke (1632-1704) analisava a sociedade civil a partir do idílio e da propriedade comunal originária, eles estavam dizendo que a terra é de todos. Hoje, a mesma questão está voltando com muita força. Portanto, pensar que a lei do mercado vai se impor é uma ilusão. Já estamos em uma única e mesma máquina produtiva, e há o projeto de um contrato social universal, uma democracia universal que, creio, aumentará nos próximos 10 a 20 anos. Existem novas possibilidades para uma nova revolução de emancipação.

Falando de emancipação, como o senhor vê a situação da Europa sem fronteiras?

A Europa está em construção. Existe uma só moeda comum, o que é muito importante. O direito está, em parte, começando a ser comum. Hoje pode-se trabalhar em qualquer país, mas ainda não existe um exército comum. Há uma tensão, acho, entre as forças progressistas – que querem construir a Europa, defendendo também a existência dos países que a compõem – e uma tendência neoliberal – que quer simplesmente um mercado europeu, perdido no mercado mundial. Precisamos saber como serão as relações entre o poder executivo, o parlamento europeu e o sistema bancário. Quanto ao exército, ele é uma ala do exército norte-americano; são os Estados Unidos que decidem as operações. Não são, naturalmente, muito favoráveis à constituição da Europa, nem de uma entidade independente na América do Sul. Esse regime sérvio é abominável.

va de um estado mundial com uma legitimidade mundial, e a ONU é o anúncio disso. Há uma batalha para saber se existe, em escala mundial, um estado, uma força armada ou não, o que, pela minha análise, revela uma certa tensão entre a organização sistêmica (centro-periferia) do mundo e algo que é pós-sistêmico, que se parece mais com o estado-nação. É uma espécie de dialética porque o centro do imperialismo, a OTAN (Organização das Nações do Atlântico Norte), tenta excluir a ONU (Organização das Nações Unidas), para que não seja ela que presida. Mas, na última hora, faz com que ela assinasse as deliberações. A questão de uma legitimidade mundial está retornando. Foi instituído um tribunal penal internacional para julgar [o presidente da Iugoslávia, Slobodan] Milosevic. Na verdade não é um tribunal internacional, é um tribunal de pretensão mundial. A palavra internacional é duvidosa, é um termo que não quer dizer nada, porque, na lógica do liberalismo, no estado de direito, só há uma comunidade se ela é fundada sobre uma constituição. Acredito que há uma luta dos povos muito importante para a constituição de uma instância mundial democrática. Naturalmente, não é para dominar o mundo todo, mas, ao contrário, para proteger os países pobres e permitir a todos os seres humanos da Terra ir trabalhar onde há trabalho, já que a Terra é de todos. Penso que o objetivo de uma revolução hoje tem uma dimensão local, nacional e também mundial, não só internacional. É por isso que Marx está de volta. A lógica do mundo moderno – que não é nova – é a de formar um estado mundial, onde todos seriam livres, iguais e racionais. Mas isso só é verdade na filosofia liberal; na prática do mercado e da organização social, isso não fun-

A palavra internacional é duvidosa, é um termo que não quer dizer nada, porque, na lógica do liberalismo, só há uma comunidade se ela é fundada sobre uma constituição. Acredito que há uma luta dos povos importante para a constituição de uma instância mundial democrática



A situação de Kosovo é horrível. Os norte-americanos, porém, buscam apenas tornar-se os 'policiais' do mundo.

O senhor poderia analisar um pouco o processo de globalização?

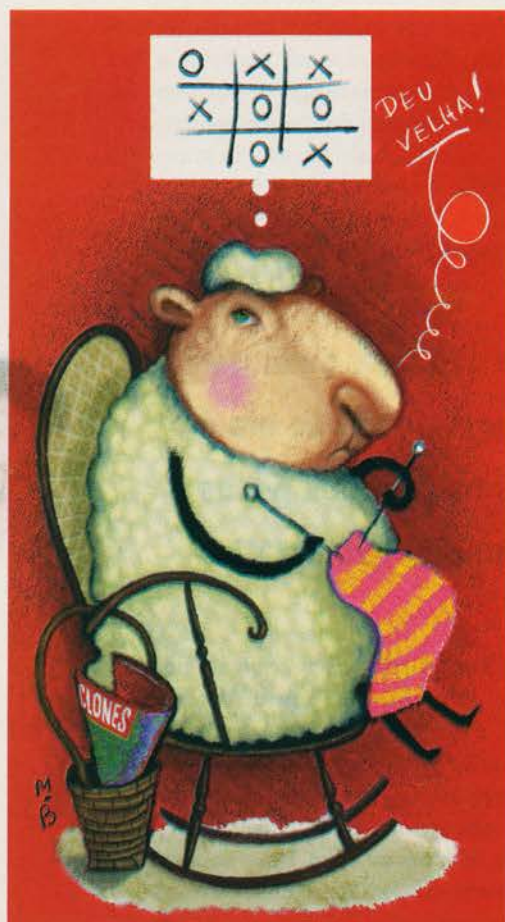
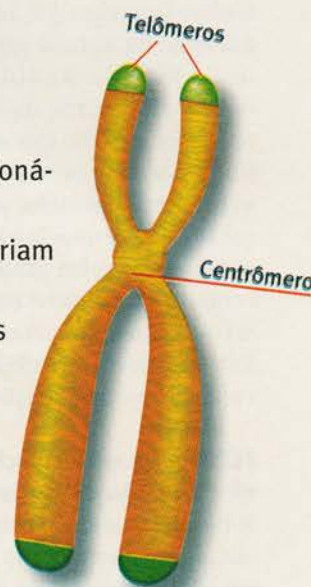
Progressivamente a produção se globaliza, nos tornamos uma máquina única de produção, de informação etc. As fronteiras diminuem e há a perspecti-

cional. Diz-se que o assalariado é livre, que ele pode se associar, mas, naturalmente, o primeiro que monta um sindicato é demitido. No mundo moderno, há uma convocação permanente à luta de classes, à liberdade. Logo, não se deve ficar dentro de um marxismo que seja apenas uma análise positivista das classes, das relações de força. Deve-se compreender que o pensamento de Marx é uma parte do patrimônio do pensamento moderno.

Dolly já nasceu velha?

A famosa Dolly foi clonada a partir de uma célula somática (não-embrionária) de uma ovelha adulta. Isso deixou uma dúvida no ar: suas células seriam jovens, como as de um recém-nascido, ou já seriam tão velhas quanto as da ovelha que doou a célula-mãe? O estudo feito para esclarecer essa dúvida, publicado em maio na revista *Nature* (v. 399, p. 316), parece confirmar a segunda hipótese, mas a certeza sobre o possível envelhecimento precoce de Dolly só virá com o tempo.

Figura 1.
Estrutura
básica de um
cromossomo



Nas células eucariotas (com núcleo isolado por membrana), o material genético distribui-se em 'pacotes' denominados cromossomos. Reconhecíveis facilmente ao microscópio óptico, os cromossomos têm em geral a aparência de um 'X', de tamanho e simetria variáveis (figura 1). Nos seres eucariotes superiores, tais pacotes de genes têm certas características peculiares, como os centrômeros (a região do 'cruzamento' do X) e os telômeros (as extremidades das 'pernas' do X). Os telômeros têm um papel essencial: dão estabilidade ao cromossomo. Na ausência do telômero, a extremidade torna-se instável e tende a fundir-se com outras áreas cromossômicas fragmentadas.

A estrutura do cromossomo resulta do empacotamento que a molécula do DNA, que contém os genes, sofre dentro do núcleo celular. Nos eucariotes superiores, essa molécula é muito grande e, se não fosse empacotada, não ca-

beria na célula e muito menos em seu núcleo. O processo depende de proteínas denominadas histonas, que formam uma espécie de carretel ao redor do qual o DNA se enrola, gerando os nucleossomos. O fio mais espesso composto de nucleossomos também se enovela para dar origem aos cromossomos, que ficam compactados no núcleo da célula.

Durante cada divisão celular, porém, o DNA precisa ser duplicado. Isso significa que as duas cadeias químicas (ligadas entre si, em uma estrutura semelhante a uma imensa escada torcida) que formam essa molécula devem ser copiadas fielmente de uma extremidade à outra. A replicação fiel é importante para que a sequência de cada cadeia seja preservada nas gerações celulares seguintes. O DNA, porém, é um polímero linear (com início e fim), e precisa ser 'desenrolado' para ser copiado.

A cópia é realizada por um sistema enzimático complexo, cha-

mado de DNA polimerase, que age em conjunto com outras proteínas. Tal sistema, de início, abre as cadeias do DNA em certos pontos e faz com que a polimerase inicie a replicação em um local marcado pela presença de um 'iniciador' (*primer*) sintetizado por outra enzima (a primase). Se durante o processo de cópia ocorre um erro, ou se o sistema encontra alguma estrutura anormal, a nuclease presente no sistema DNA polimerase elimina esse 'erro' e a polimerase sintetiza nova cadeia normal (figura 2).

A polimerase, em função de suas dimensões (em relação à molécula de DNA), não consegue replicar integralmente a extremidade 3' da cadeia que atua como molde (no DNA linear, uma extremidade é chamada de 5' e a outra de 3'). Assim, o DNA só é replicado até um ponto logo antes do final da cadeia-molde. Para que a polimerase possa replicar a parte que falta é preciso que a cadeia-molde seja temporariamente estendida. Isso de fato acontece. Essa região da extremidade, o telômero, ganha uma extensão, catalisada pela enzima telomerase. Esta, semelhante à polimerase, introduz seqüências repetitivas na cadeia-molde — no DNA humano, essa seqüência repetitiva é do tipo GGGTTA (formada, como as letras indicam, por guanina, timosina e adenina, três das quatro 'peças' básicas da molécula de DNA). A seqüência acrescentada atua como iniciador para a polimerase, que então sintetiza o pequeno trecho que falta.

Quando a cópia completa da cadeia-molde está pronta, essa seqüência extra, sintetizada pela telomerase, é eliminada e o DNA novo passa a ter dimensão idêntica à do DNA original. Se a telomerase não sintetizasse essa parte extra, o DNA ficaria mais curto após cada divisão celular, e o encurtamento progressivo acabaria por produzir cromossomos instáveis.

Isoladamente, essas observações seriam apenas detalhes interessantes sobre a replicação do DNA. Mas os pesquisadores rapidamente associaram a integridade dos telômeros aos processos de envelhecimento da célula. Em 1961, Leonard Hayflick e P. S. Moorehead, da Universidade da Califórnia (em São Francisco), constataram que células humanas normais (com DNA completo, metade vinda do pai e metade da mãe) só se replicavam em cultura um certo número de vezes (cerca de 50). Após essas divisões, as células atingiam um estado em que, mesmo mantendo um metabolismo normal que garantia sua viabilidade, não mais se dividiam. Esse estado foi chamado de senescência e passou a ser conhecido pela sigla TPA (de *viable terminal proliferation arrest*).

Esse achado trouxe a noção de que as células teriam um verdadeiro programa de vida, provavelmente contido em seu genoma. A pergunta seguinte foi: que genes estariam envolvidos nesse programa? Descobriu-se que vários dos chamados 'fatores de transcrição' (p53, pRB, p16INK4 e outros) estavam envolvidos no fenômeno de parada de proliferação e na indução de proliferação, mas além disso vários estudos confirmaram a hipótese, proposta em 1973 por Alexei M. Olovnikov, da Russian Academy of Science, em Moscou, de que a cada ciclo de proliferação celular os telômeros são encurtados. Olovnikov chegou a essa hipótese com base no problema de replicação da extremidade do DNA.

Muitas evidências circunstanciais associam o encurtamento do telômero ao processo de 'crise' típico da senescência: quando o telômero atinge um tamanho crítico, torna-se instável e termina por levar a célula à morte. Mas certas células escapam da crise, como a maioria das células humanas imortalizadas (que se divi-

dem indefinidamente, em laboratório) e a maioria das células de tumores humanos. Nesses dois tipos de células, a telomerase continua a atuar em todas as divisões, mantendo o comprimento dos telômeros e evitando o envelhecimento.

Embora o modelo de encurtamento dos telômeros explique bem a senescência, observações experimentais sugerem que outros processos podem estar envolvidos. Sabe-se, por exemplo, que a atividade da telomerase sofre inibição (*down regulation*) em laboratório, o que dificulta a interpretação de resultados obtidos com células em cultura. Nesse aspecto, Chiara Mondello e outros, do Instituto de Genética Bioquímica e Evolucionista, de Pavia (Itália), obtiveram este ano um resultado interessante ao comparar os tamanhos médios dos telômeros de quatro indivíduos centenários (e saudáveis) com os tamanhos médios de telômeros de indivíduos de outras idades. Eles não encontraram qualquer correlação, o que sugere que o envelhecimento *in vivo* pode afetar os

Figura 2. Sistema da DNA polimerase (com enzimas auxiliares), posicionado para realizar a replicação da cadeia de DNA

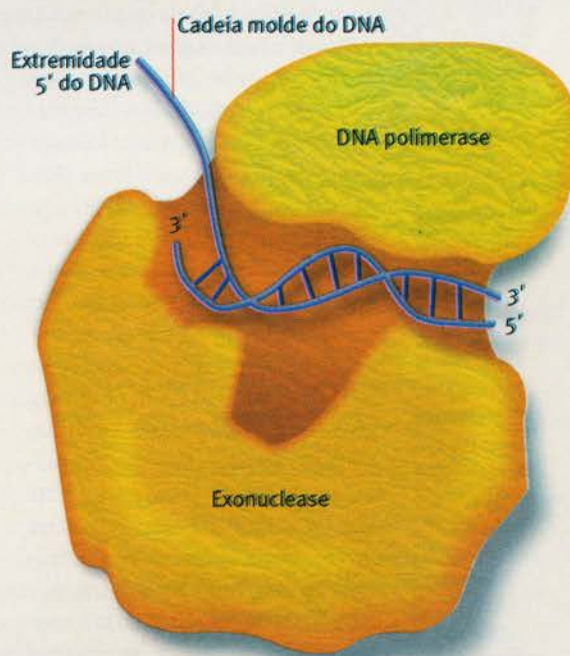
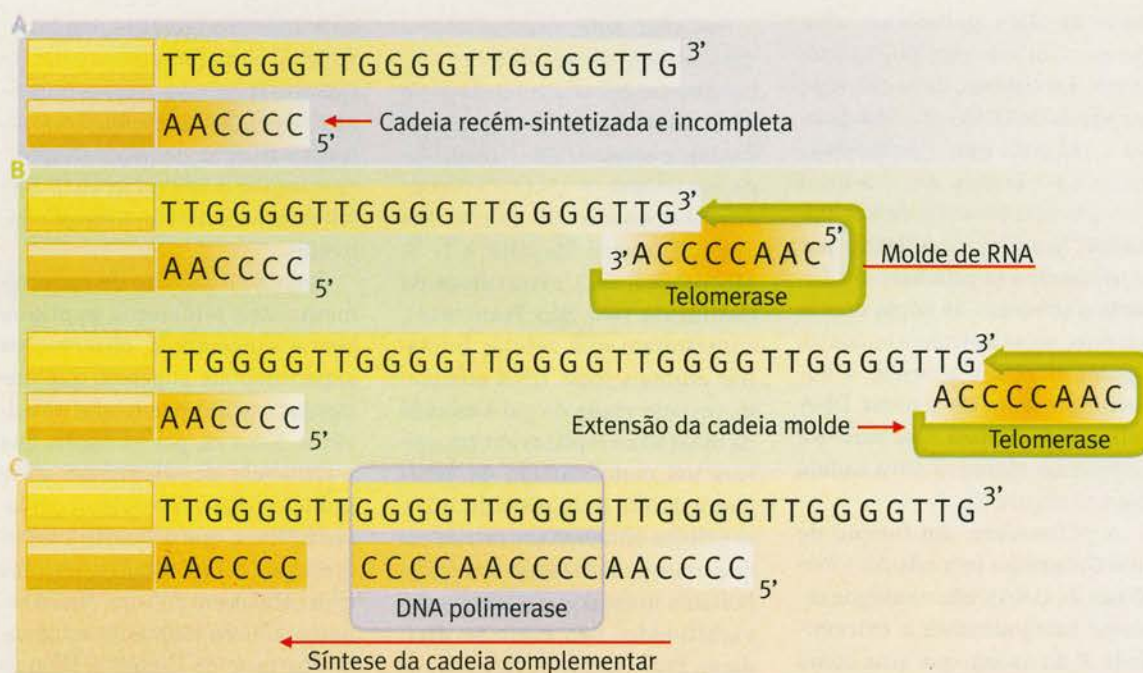


Figura 3. Para resolver o problema da síntese incompleta da extremidade 5' do DNA (A), a telomerase amplia a cadeia-molde (B), permitindo que a polimerase continue a replicação até que a nova fita iguale a cadeia-molde original (C)



telômeros de forma diferente daquela observada *in vitro*.

Outros estudos revelaram que a senescência pode ocorrer mesmo na presença da telomerase, o que torna necessário buscar outros mecanismos de encurtamento dos telômeros. Da mesma forma, células em que a telomerase não estava presente mantiveram o comprimento dos telômeros mesmo após 650 ciclos de duplicação.

Essas observações aparentemente contraditórias podem ser aplicadas aos resultados do estudo de Paul G. Shiels e colaboradores, da PPL Therapeutics (Escócia), com a famosa ovelha Dolly, primeiro mamífero clonado a partir de uma célula somática. Participou do estudo Ian Wilmut, do Roslin Institute (também na Escócia), que realizou a clonagem de Dolly, em 1997. A pergunta que estimulou o trabalho foi proposta por muitos, leigos e cientistas: por ter sido clonada a partir de uma célula de um indivíduo adulto, Dolly já teria nascido 'velha'? Ou, em outras palavras, por ter recebido células cujos cromossomos já teriam telômeros

relativamente curtos, as células de Dolly viveriam menos?

Assim, a equipe de Shiels decidiu comparar os telômeros de Dolly com os de animais normais de várias idades. O estudo revelou que o tamanho médio dessas regiões genômicas, em Dolly, é semelhante ao encontrado em animais com cerca de seis anos, o que corresponde à idade da ovelha que doou as células de glândula mamária usadas na clonagem. Isso significa que os telômeros de Dolly são mais curtos do que os de um animal normal com a sua idade (um ano). Para descobrir se o DNA das células de glândula mamária não havia sido modificado pela manipulação experimental, esse DNA foi comparado com o de um animal normal de seis anos: os tamanhos eram iguais.

O resultado da experiência sugere, portanto, que o DNA de Dolly é 'velho' e que seu tamanho não foi restaurado pela telomerase, o que provavelmente ocorreria em um desenvolvimento embrionário normal. De qualquer forma, a equipe procurou outros

sinais de envelhecimento nos animais clonados por transferência nuclear, mas os exames veterinários mostraram características normais, típicas de animais com as mesmas idades. Resultados semelhantes (telômeros mais curtos, mas sem sinais aparentes de envelhecimento) também foram obtidos com camundongos clonados por transferência nuclear.

Como a hipótese que liga o encurtamento dos telômeros à idade da célula ainda precisa de mais evidências experimentais, resta acompanhar de perto a vida de Dolly, e dos outros animais clonados por transferência nuclear, para verificar se o preço da reprodução assexuada em mamíferos superiores é o envelhecimento precoce.

Franklin David Rumjanek

Departamento
de Bioquímica Médica,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

MEIO AMBIENTE

BACTÉRIAS RESISTENTES NOS RIOS

A água dos rios constitui um grande reservatório de bactérias resistentes a antibióticos. Tais bactérias são uma grave ameaça à eficiência da medicina moderna. Três estudos independentes, com amostras de água coletadas em inúmeros locais de diversos rios dos Estados Unidos, testaram a resistência das bactérias a vários antibióticos de

amplo uso, como ampicilina, tetraciclina, estreptomicina e outros. Essa resistência, em alguns casos, foi encontrada em 50% das bactérias. O resultado serve de alerta contra o uso excessivo de antibióticos na medicina, na agricultura e nas criações de animais.

Science News, 5/6/99



IMUNOLOGIA

A REDUÇÃO DA EFICÁCIA DA BCG

A vacina BCG oferece hoje proteção menor contra a tuberculose do que quando foi criada e tem variados níveis de eficácia em áreas diferentes do mundo. Segundo Marcel A. Behr, da Universidade McGill, em Montreal (Canadá), e colaboradores da Universidade de Stanford (Estados Unidos), a bactéria usada para fazer a vacina (a *Mycobacterium bovis*, agente da tuberculose bovina) sofreu mutações, durante sua multiplicação em diferentes laboratórios do mundo, que reduziram a eficácia na imunização. Comparando os genomas de bactérias usadas na vacina com o da *M. tuberculosis*, agente da doença em humanos, os cientistas descobriram não só mutações locais, mas perdas de grupos de genes. Eles acreditam que será necessário desenvolver uma nova vacina. Estima-se que 80 milhões de pessoas contrairão tuberculose na próxima década, com maior índice de casos fatais, pois já existem cepas da bactéria resistentes às drogas.

Science, 28/5/99

ENGENHARIA GENÉTICA

O MISTÉRIO DA VIDA LONGA

Certas células do sistema reprodutivo podem estar ligadas, assim como alguns genes, ao processo de envelhecimento. O tempo normal de vida de um pequeno verme muito usado em pesquisas científicas, o *Caenorhabditis elegans*, foi aumentado tanto com a mutação de um gene (conhecido como *daf-2*), quanto com a eliminação das duas células de seu sistema reprodutivo que dariam origem a um futuro embrião. Pesquisas de Honor Hsin e Cynthia Kenyon, da Universidade da Califórnia, em São Francisco (Estados Unidos), sugerem que a atividade conjunta do gene e das duas células reprodutivas inibe a ação de outros genes (conhecidos como *daf-16* e *daf-12*), apressando o envelhecimento. Nas experiências do grupo, vermes sem essas células e (ao mesmo tempo) com o gene *daf-2* mutado tiveram seu tempo normal de vida duplicado em relação a vermes normais. No *C. elegans*, o gene *daf-2* codifica uma proteína similar a um receptor humano para certos hormônios. O próximo passo será estudar, em camundongos, como os genes e hormônios correspondentes atuam em conjunto, buscando, como foi conseguido no verme, formas de frear o envelhecimento nesses animais, muito mais semelhantes ao ser humano.

Nature, 27/5/99

CLIMATOLOGIA

O CLIMA NOS ÚLTIMOS 420 MIL ANOS

Amostras de gelo profundo da Antártida permitiram conhecer as variações do clima da Terra ao longo dos últimos 420 mil anos. O gelo antártico já havia revelado dados sobre o clima de até 150 mil anos atrás, mas novas perfurações (atingindo o recorde de 3.623 m de profundidade) ampliaram os resultados. A análise do gelo, realizada por cientistas da França, da Rússia e dos Estados Unidos, revela a ocorrência de quatro transições de épocas glaciais para épocas mais quentes, a intervalos de cerca de 100 mil anos. Isso reforça a teoria de que as transições têm origem em mudanças na órbita da Terra, que modificam a intensidade e a distribuição da radiação solar. As quatro elevações de temperatura foram acompanhadas de aumento da concentração na atmosfera de gases-estufa (dióxido de carbono e metano), mas em nenhum período os níveis foram tão altos quanto os de hoje.

Nature, 3/6/99

NEUROBIOLOGIA

DEFICIENTES, MAS PRODIGIOSOS

Uma explicação para os processos mentais de crianças com distúrbios neurológicos (autismo, retardo etc.), mas com algum talento específico prodigioso (aritmética, por exemplo), foi obtida por A. W. Snyder e D. J. Mitchell, da Universidade Nacional da Austrália (Camberra). Tais crianças fazem cálculos instantâneos com números gigantesco ou memorizam dezenas de objetos vistos apenas de relance. Os pesquisadores estudaram os processos mentais dessas crianças medindo potenciais elétricos em seus cérebros durante períodos extremamente curtos. Os resultados sugerem que o processo mental dominante é a capacidade inconsciente de lidar com padrões espaciais e temporais, existente também no cérebro normal. Mas, por razões patológicas, essa capacidade não é seguida do estágio de processamento das correlações entre as percepções iniciais, como ocorre em pessoas normais.

Nature, 20/5/99



CLIMATOLOGIA

ORIGENS DO ESFRIAMENTO DA TERRA

O dióxido de carbono (CO_2) é hoje o principal responsável por mudanças climáticas, mas estudos recentes mostram que, ao longo de milhões de anos, as variações de correntes oceânicas podem ter esfriado ou aquecido o planeta. Os ingleses Paul Pearson (Universidade de Bristol) e Martin R. Palmer (Imperial College, em Londres) estudaram a acidez do oceano Pacífico no Eoceno (entre 56 e 34 milhões de anos atrás) para entender a causa do esfriamento da Terra nos últimos 50 milhões de anos. Como as concentrações de CO_2 dependem da acidez (pH) do oceano, Pearson e Palmer calcularam o pH da água na superfície e em profundidades médias no Eoceno. Para isso, usaram conchas fósseis daquela época, calcificadas a diferentes profundidades — isótopos de boro contidos nas conchas indicam a acidez do oceano na época da calcificação. Os resultados sugerem que o teor de CO_2 na atmosfera era semelhante ao atual, e que variações nesse teor acarretaram desvios de correntes oceânicas, levando o planeta ao esfriamento, ou que o clima da Terra é excepcionalmente sensível a pequenas mudanças no CO_2 atmosférico.

Science, 11/6/99

FÍSICA

UMA EXPLICAÇÃO PARA O ATRITO

A origem do atrito, cujas leis são conhecidas há 300 anos, foi explicada pelos físicos Gang He, Martin Müser e Mark Robbins, da Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos). Tais leis dizem que o atrito entre dois corpos independe da área de contato macroscópico entre eles e é diretamente proporcional à força que comprime um contra o outro. No entanto, experimentos em vácuo extremo indicaram que não existe atrito entre duas superfícies cristalinas limpas. A explicação para essa aparente contradição está em uma camada de moléculas pequenas (em geral hidrocarbonetos) que recobre as superfícies expostas ao ar. Essa camada, de alguns angströms (1 angström equivale a 10 bilionésimos de cm), 'cola' uma das superfícies à outra. Usando simulações computacionais, os físicos demonstraram que as leis do atrito decorrem da existência dessa camada.

Science, 4/6/99

GENÉTICA

GENE ESSENCIAL À AUDIÇÃO

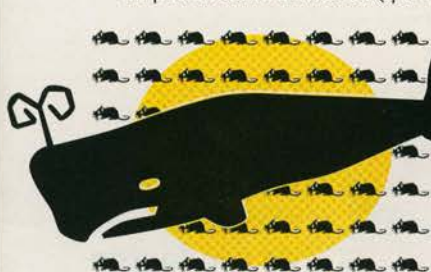
O primeiro gene essencial para a formação dos cílios do ouvido interno foi identificado por cientistas norte-americanos (do Instituto Médico Howard Hughes, da Escola de Medicina Baylor, em Houston, e da Universidade de Chicago) e israelenses (da Universidade Hebraica de Jerusalém). As ondas sonoras captadas do ar percorrem o ouvido até atingir e movimentar pequenos cílios, semelhantes a caules ondulando em um trigo. A vibração dos cílios produz estímulos nervosos que o cérebro interpreta como sons. Os cientistas criaram uma linhagem de camundongos sem o gene *Math1*, que já havia sido relacionado à percepção sensorial em moscas-das-frutas, e verificaram que nos embriões desses camundongos os cílios não se formaram. A descoberta poderá ter aplicações clínicas, já que uma causa comum da surdez é a perda dos cílios.

Science, 11/6/99

BIOFÍSICA

POR QUE BALEIAS VIVEM MAIS QUE RATOS

A duração da vida de um animal cresce à medida que aumenta sua massa. Essa relação é bem conhecida mas sua formulação matemática está sendo modificada. Uma teoria proposta em 1883 previa que a energia consumida por unidade de massa (que controla a pulsação) seria



inversamente proporcional à raiz cúbica da massa. Isso porque a massa é proporcional ao volume do ser vivo, enquanto sua perda de calor (pela pele) seria proporcional

à sua superfície. No entanto, estudos baseados em medições diretas da pulsação e da massa dos animais mostraram que a relação mais correta seria com a raiz quarta da massa. Agora, nos Estados Unidos, o físico Geoffrey West, do Laboratório Nacional de Los Alamos, e os biólogos Jim Brown e Brian Enquist, da Universidade do Novo México, estão propondo uma explicação. Segundo eles, a energia é distribuída no organismo pela rede de vasos capilares, que preenche o espaço interno de modo tão eficiente que acrescenta uma dimensão a mais, levando à lei da raiz quarta. Assim, o número médio de batimentos cardíacos durante a vida de um elefante e de uma galinha é o mesmo (1 a 2 bilhões), mas como o elefante tem massa 10^4 vezes maior sua pulsação é 10 vezes mais lenta (a pulsação é a medida do metabolismo, ou seja, da taxa de consumo de energia pelo ser vivo).

Science, 4/6/99

ASTRONOMIA

MAPA DA PAISAGEM MARCIANA

O relevo do planeta Marte é agora conhecido com maior precisão do que o da Terra. Um mapa da topografia marciana, com margem de erro (nas altitudes) inferior a 13 m (o erro pode chegar a 100 m em algumas partes da Terra), foi obtido por pesquisadores norte-americanos com o altímetro a *laser* do satélite Mars Orbiter. A superfície marciana reflete os *lasers* emitidos pelo satélite, permitindo medir a distância até o solo pelo tempo de ida e volta da luz. O mapa mostra grandes contrastes de elevações, revela que o hemisfério Sul marciano é em média 6 km mais alto que o hemisfério Norte (talvez por causa do impacto de um asteroide gigantesco) e sugere que tenha ocorrido atividade vulcânica, indicando calor interno em Marte.

Science, 28/5/99

D Cientistas norte-americanos usaram radar de efeito Doppler para medir a velocidade dos ventos no tornado que atingiu Oklahoma City em maio. O valor máximo medido – 509 km/h – é a mais alta velocidade de ventos até hoje registrada na Terra.

D O mais recente relatório da Organização Mundial de Saúde mostra que a Aids já é o quarto mais importante fator de mortalidade no mundo, superado apenas por outros três tipos de doenças: as cardíacas, as neurovasculares e as respiratórias agudas.

D O elefante pode ter um parentesco distante com o peixe-boi. Pesquisadores australianos descobriram, estudando fetos de elefantes, que certos órgãos embrionários dos grandes paquidermes são semelhantes a órgãos desses peixes e de rãs.

D O Telescópio Espacial Hubble detectou, perto do pólo norte de Marte, o maior ciclone até hoje observado naquele planeta. Com 1.440 km de comprimento e 1.760 km de largura, o ciclone era aparentemente formado por nuvens de gelo, como acontece na Terra.

Da cura do resfriado comum pode estar mais próxima. Testes com uma nova droga, a tremacamra, deram bons resultados. A droga simula uma molécula que o vírus do resfriado usa para penetrar na célula e infectá-la. O vírus liga-se a essa 'isca', o que reduz a probabilidade de infecção. Os testes não mostraram efeitos colaterais.

Dois novos elementos, de números atômicos 116 e 118, foram produzidos no acelerador de partículas de Berkeley (Estados Unidos). O bombardeio de um alvo de chumbo por íons de criptônio, durante 10 dias, gerou três átomos do elemento 118, que se desintegraram logo, transformando-se primeiro no elemento 116, depois no 114 (recém-descoberto) e em outros elementos.

Pesquisadores dos Estados Unidos, Austrália, Itália e Alemanha desenvolveram em conjunto fitas de nanotubos de carbono que imitam fibras musculares, convertendo energia eletroquímica em movimento mecânico. Quando mergulhadas em água salgada à qual é aplicada uma corrente elétrica, as fitas curvam-se. Esses ‘músculos artificiais’ poderão ser usados em sensores e até em robôs.

D Incêndios acidentais no leste da Amazônia afetaram quase 50% da floresta restante, causando mais desmatamento que as queimadas intencionais feitas nos últimos anos. Isso significa que, se não houver mudanças no uso da terra e nas práticas de incêndio atuais, o fogo poderá transformar grandes áreas da floresta tropical em savanas.

MICHELINE NUSSENZVEIG *Ciência Hoje/RJ*

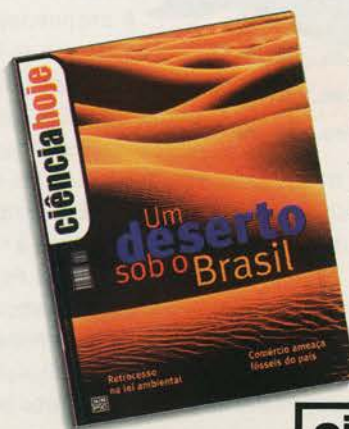
Quer conhecer o meio Leia e assine



A melhor revista de divulgação científica para crianças. Apresenta diversas matérias e brincadeiras que ensinam ciência de uma maneira muito divertida e educativa.



Troque uma ideia com ela



A melhor e mais completa revista de divulgação científica do país.



Aventure-se no conhecimento

Ciência Hoje na escola

Volumes temáticos para auxiliar o professor e o aluno com o ensino e o aprendizado de ciências. Todos apresentam matérias e experiências para tornar a leitura ainda mais interessante e divertida.



NOVO!

NOVO!



O melhor companheiro para as pesquisas escolares. Uma viagem da Terra ao Espaço. Um presente inesquecível para todas as crianças.



ambiente por inteiro? Ciência Hoje.



As páginas deste completo laboratório de ciência trazem até você as maiores aventuras do conhecimento e as mais incríveis descobertas. A Ciência Hoje é a melhor revista de divulgação científica do país. A única que conta com especialistas nas mais diversas áreas, sempre contribuindo com matérias inéditas, pesquisas e experiências intrigantes, numa linguagem acessível e dinâmica.

Em cada edição, novidades e notícias atualizadas sobre o que acontece no mundo científico, entrevistas com os melhores pesquisadores do país e do mundo e respostas para as principais dúvidas dos leitores.

LEIA E ASSINE A REVISTA CIÊNCIA HOJE e aventure-se no conhecimento.

Ligue grátis:
0800-264846
e dê o código **CH58**

ciênciahoje
Aventure-se no conhecimento

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

A importância cada vez maior da biodiversidade como medida de riqueza de um país torna necessário conhecer melhor ecossistemas e espécies em perigo e adotar medidas para sua proteção. Em um país imenso como o Brasil, porém, uma lista de espécies ameaçadas deve levar em conta as diferenças regionais. Essa constatação levou às primeiras listas estaduais — no Paraná, em Minas Gerais e em São Paulo — e estimulou pesquisadores fluminenses a elaborar a lista oficial da fauna ameaçada do Rio de Janeiro, que soma 257 espécies.

A fauna do estado d

Helena de Godoy Bergallo
Carlos Frederico Duarte da Rocha
Monique Van Sluys
e **Maria Alice dos Santos Alves**
Setor de Ecologia,
Instituto de Biologia
Roberto Alcântara Gomes,
Universidade
do Estado do Rio de Janeiro



ameaçada

o Rio de Janeiro

A intensa degradação dos ecossistemas naturais promovida pelo homem vem levando à perda de muitas espécies animais e vegetais, muitas vezes antes que sejam conhecidas. Se para qualquer país a perda desse patrimônio natural representa grande prejuízo, o significado desse processo é ainda maior para um país como o Brasil, que abriga grande parte da biodiversidade do planeta. O valor da biodiversidade pode ser medido, por exemplo, nos medicamentos encontrados nas farmácias: muitos foram descobertos originalmente em plantas e animais.

Nas últimas décadas, as perdas e ameaças de extinção tornaram necessário conhecer melhor ecossistemas e espécies em perigo, em especial para determinar o *status* de risco de cada espécie. No Brasil, essa preocupação levou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) a estabelecer a lista da fauna brasileira ►



Tropeiro-da-serra
(*Lipaugus lanioides*)
— Vulnerável no RJ

ameaçada de extinção. Essa lista, que não define o *status* de risco, inclui 207 espécies, sendo 57 mamíferos, 108 aves, nove répteis, um anfíbio, 31 invertebrados terrestres e um invertebrado aquático.

No entanto, um país de dimensões continentais como o Brasil apresenta imensas diferenças entre suas regiões quanto aos ecossistemas existentes, aos níveis de degradação, ao conhecimento científico sobre a biologia e a distribuição das espécies e ao grau de risco de extinção de cada uma.

Assim, uma lista geral de espécies ameaçadas no Brasil corre o risco de não considerar essas diferenças regionais, incluindo predominantemente as espécies das regiões onde é maior o conhecimento científico sobre a fauna. Por isso, uma análise do *status* da fauna em âmbito regional (por exemplo, por estados) permite conclusões mais consistentes e, junto com as listas de outras regiões, leva a um melhor conhecimento da situação real das espécies no país. Essa noção reforça a importância de cada estado avaliar o *status* da fauna que ocorre dentro de suas divisas para elaborar a lista das espécies ameaçadas.

O Ibama, sensível a esse problema, vem estimulando a produção de listas estaduais, para melhorar e ampliar a lista geral da fauna brasileira. Paraná, Minas Gerais e São Paulo, pioneiros nessa avaliação, já publicaram suas listas (no *Diário Oficial* de cada estado e em livros), dando importante passo para promover a conservação das espécies em risco de extinção (ver 'As primeiras listas').

Tarefa que exige critérios científicos

A preservação da fauna, como previsto na Constituição (e na legislação dos estados), exige a definição de quais espécies estão ameaçadas de extinção e, por isso, merecem proteção especial. O estado do Rio de Janeiro, como os demais, precisava de uma lista dessas espécies para facilitar a atuação dos órgãos responsáveis por essa proteção. Essa lista foi elaborada em 1997, em trabalho coordenado pelo Setor de Ecologia do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, da Universi-



Mutum-do-sudeste
(*Crax blumembachi*)
— Provavelmente extinto no RJ

Figura 1. Categorias para avaliação do *status* de risco das espécies

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO
Ameaçada/Provavelmente extinta (PEX)	Sem registro confiável nos últimos 30 anos
Ameaçada/Criticamente em perigo (CP)	Risco de extinção em futuro mais próximo
Ameaçada/Em perigo (EP)	Risco de extinção em futuro próximo
Ameaçada/Vulnerável (VU)	Risco de extinção a médio prazo
Presumivelmente ameaçada (PA)	Forte suspeita de que mereça atenção conservacionista
Status desconhecido (SD)	Dados insuficientes para determinar o <i>status</i>

Figura 2. Critérios para a classificação das espécies

CRITÉRIOS	DEFINIÇÃO
Distribuição	Tamanho e tipo de distribuição da espécie
Alterações ambientais	Nível de degradação dos habitats em que a espécie ocorre
Plasticidade	Tipo de resposta diante das alterações e impactos resultantes da degradação ambiental
Tamanho populacional	Abundância relativa da espécie (desde muito freqüente até muito rara)
Variação populacional	Nível de alteração (de estável a declinante)



Lagartixa-da-areia
(*Liolaemus lutzae*)
— Vulnerável no RJ



Sabiá-da-praia
(*Mimus gilvus*)
– Em perigo no RJ

dade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), contando com a participação de especialistas de órgãos públicos de pesquisa, gerenciamento e controle ambiental.

Uma tarefa como essa só é consistente se tiver bases científicas. Por isso, foram adotados os critérios e categorias de ameaça propostos pela União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN), que garantem uma padronização mínima para listas desse tipo. As espécies ameaçadas foram distribuídas nas categorias 'provavelmente extinta', 'criticamente em perigo', 'em perigo', 'vulnerável' e 'presumivelmente ameaçada', e os casos com dados insuficientes foram incluídos no item 'status desconhecido' (figura 1). A classificação seguiu uma pontuação de critérios ligados à área de distribuição da espécie, às alterações do habitat, à capacidade de adaptação e ao tamanho e variação da população (figura 2).

Com base na atual relação de toda a fauna brasileira ameaçada de extinção, foi elaborada uma lista de espécies para cada grupo temático (mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes, invertebrados aquáticos e invertebrados terrestres). Tais listas foram enviadas a vários pesquisadores brasileiros com ampla experiência na fauna fluminense, que indicaram (a partir da literatura científica e principalmente de sua experiência pessoal) a categoria mais apropriada para cada espécie.

Em seguida, as informações sobre as espécies 'candidatas' e a pontuação que cada uma recebeu dos especialistas foram analisadas, para a definição da lista de espécies ameaçadas no estado, em um *workshop* que reuniu 61 pesquisadores de 18 instituições (do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Distrito Federal). Essa lista, separada por grupos temáticos, inclui o nome científico e popular de cada espécie, o nível de ameaça (segundo as categorias da IUCN), os critérios para o enquadramento nas categorias e as medidas propostas para a proteção de cada uma. Encaminhada para o órgão estadual responsável, a Secretaria de Meio Ambiente, a lista foi homologada e publicada, no *Diário Oficial*, em 5 de junho de 1998, Dia Mundial do Meio Ambiente.

Centenas de animais em perigo

A definição da lista é muito importante para a conservação da fauna do Rio de Janeiro, mas os resultados não são animadores: nada menos que 257 espécies

As primeiras listas

O primeiro estado brasileiro a elaborar uma lista de espécies ameaçadas de extinção foi o Paraná. Essa lista, publicada em 1995 pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente, contém 133 animais, divididos nas categorias 'extinto' (três), 'provavelmente extinto' (13), 'em perigo' (14), 'raro' (70), 'vulnerável' (28) e 'ameaçado' (cinco). Outras 34 espécies entraram na categoria 'indeterminado'.

A análise paranaense incluiu apenas mamíferos (20 ameaçados), aves (91), répteis (11) e borboletas (11). Estão provavelmente extintos no Paraná, segundo a lista, mamíferos (como o tatu-canastra e a ariranha), aves (como a ema, o sabiá-da-terra, o mutum-de-penacho e o pato-mergulhador) e a borboleta *Orobassolis ornamentalis*. Nas categorias 'em perigo' ou 'raro' encontram-se a anta, a onça-pintada, o lobo-guará, o mico-leão-de-cara-preta, o veado-campeiro, a arara-canindé, o jacaré-de-papo-amarelo, a tartaruga-de-pente e muitos outros.

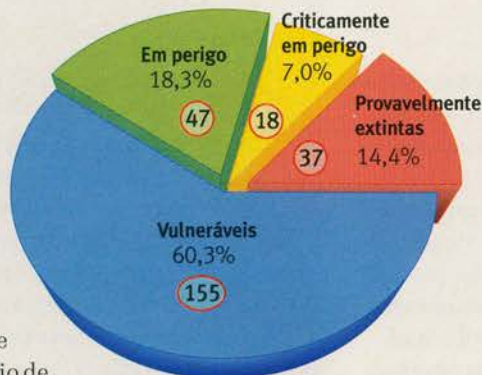
Em 1997, a Fundação Biodiversitas publicou um roteiro metodológico para a elaboração de listas de espécies ameaçadas, baseado em critérios propostos pela União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN) para padronizar esses dados e permitir comparações. Junto, foi publicada a lista da fauna ameaçada em Minas Gerais, elaborada desde 1995. Estão nessa lista 40 mamíferos (dos 243 registrados no estado), 83 aves (do total de 780), 10 répteis (do total de 179) e 11 anfíbios (do total de 156), além de três peixes, 27 insetos, um onicóforo (artrópode terrestre) e três anelídeos. No total, 178 espécies estão ameaçadas.

No território mineiro, já estão provavelmente extintas 12 espécies, entre elas o rato silvestre *Juscelinomys vulpinus* e o cachorro-do-mato-vinagre, aves (como o gavião-pintado, a saíra-apunhalada, o papa-formiga-de-cauda-ruiva), a borboleta *Dasyophthalma vertebralis* e o minhocaçu. Outras 33 espécies estão criticamente em perigo: mamíferos (a suçuarana, a jaguatirica, o cervo-do-pantanal, o tatu-bola, o sagüi-da-serra-escuro e outros), aves (a arara-azul-grande, a jacutinga e outras), répteis (a surucucu-pico-de-jaca, o cágado e outros) e muitos invertebrados. Outras 55 espécies estão em perigo e 78 vulneráveis.

Dos estados que já definiram suas listas, São Paulo tem o maior número de espécies ameaçadas: 317. Na relação, publicada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente no ano passado e também baseada nos critérios da IUCN, estão 41 mamíferos (dos 200 encontrados no estado), 163 aves (do total de 700), 28 répteis (do total de 197), cinco anfíbios (do total de 180), 15 peixes de água doce (do total de 260) e 19 peixes marinhos (do total de 510), além de um invertebrado marinho (caranguejo-uça) e 45 invertebrados terrestres.

Algumas espécies provavelmente extintas em terras paulistas são a cobra *Corallus cropanii*, a abelha-turuçu e a borboleta *Eurytides iphitas*, além de várias aves (o tucano-de-bico-preto, o papagaio-galego, o gavião-pombo e outras). Entre as ameaçadas há espécies marinhas, como o tubarão-branco, o peixe-serra, a jamanta, o cavalo-marinho e a baleia-franca. Em terra, mamíferos como a lontra, o mico-leão-preto, o bugio, o mono-carvoeiro, o tamanduá-bandeira, o queixada e a paca também estão sob ameaça, assim como aves (a ema, o urubu-rei, a águia-cinzenta, o gavião-do-mangue, o guará-vermelho, a jacutinga, o papagaio-de-peito-roxo e outras) e répteis (entre eles o jacaré-coroa, a jararaca-ilhoa, a urutu-cruzeiro e o lagarto *Moabuya caissara*).

Figura 3. Número e percentagem de espécies por status de risco



foram consideradas ameaçadas de extinção, e 37 delas podem já estar extintas (figura 3). Entre essas últimas estão a borboleta *Eurytides iphila*, uma libélula que ocorria na cidade do Rio de Janeiro (no Recreio dos Bandeirantes), o peixe-das-nuvens, várias aves (como a jacutinga, o mutum-do-sudeste, a arara-canindé, o bicudo e a saíra-diamante), répteis (como a jararaca-verde) e mamíferos (como a catita, o tamanduá-bandeira, o rato-do-mato-ferrugíneo, a ariranha e outros).

Por grupo, estão ameaçados no estado 43 invertebrados terrestres (incluindo 36 borboletas ou mariposas e quatro libélulas), 28 invertebrados aquáticos (camarões, caranguejos e moluscos) e 48 peixes (39 de água doce e nove de água salgada). O total de espécies desses grupos que ocorrem no estado não é conhecida com precisão. Além de peixes e invertebrados, a lista inclui 82 aves, 43 mamíferos, nove répteis (cinco tartarugas, duas cobras, um lagarto e um jacaré), e quatro pererecas e sapos (figura 4).

Ocorrem no estado, segundo estimativas, 653 espécies de aves, 176 de mamíferos, 119 de répteis e 159 de anfíbios.

A principal ameaça à fauna fluminense é a destruição do habitat (figura 5): essa destruição reduz a área de distribuição das espécies

e leva ao isolamento e ao declínio das populações. Outro importante fator é a exploração predatória pelo homem (caça, coleta, comércio da fauna e perseguição). As medidas de proteção propostas para as espécies em perigo no estado (figura 6) estão relacionadas às diferentes ameaças. As principais são a preservação do habitat e a criação de novas unidades de conservação (para espécies que tiveram seu habitat destruído), a fiscalização e a educação ambiental (ambas para as espécies que sofrem com a caça, o comércio, a coleta e a perseguição).

Em função da caça e/ou do comércio ilegal estão 'criticamente em perigo' ou 'em perigo' espécies como a anêmona-do-mar, o pitu, o guaiamum, a borboleta *Agrias claudina*, a mariposa *Coptopteryx semiramis phoenix*, o surubim, o jacaré-de-papo-amarelo, o pichochó, o mutum-do-sudeste, o sabiá-da-praia, o macuco, o coleiro-do-brejo, a preguiça-de-coleira, o sauá, o queixada, o veado-mateiro e o veado-catingueiro. Embora não sejam mais caçadas no Brasil, várias baleias (azul, fin, sei, jubarte e franca) continuam ameaçadas, por causa da redução das populações no passado. As espécies terrestres de maior porte, como a anta (239 kg) e a onça-pintada (94 kg), também podem ser incluídas entre as mais ameaçadas no território fluminense.

O estado do Rio de Janeiro é coberto principalmente por Mata Atlântica, um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta. Essa floresta cobria toda a faixa litorânea das regiões Nordeste, Sudeste e Sul, mas, em função do desmatamento ocorrido desde a época do Descobrimento até os dias atuais, restam cerca de 8% da cobertura original. No Rio de Janeiro, apontado recentemente como o estado que mais devasta suas florestas, a área restante de Mata Atlântica encontra-se muito fragmentada e corresponde a cerca de 17% da cobertura original.

Muitos dos animais que vivem nesse ecossistema precisam de grandes áreas contínuas preservadas, o que sugere que várias espécies já devem estar extintas. Muitas espécies ameaçadas de extinção no estado habitam formações associadas à Mata Atlântica. A



Urubu-rei (*Sarcoramphus papa*) — Vulnerável no RJ

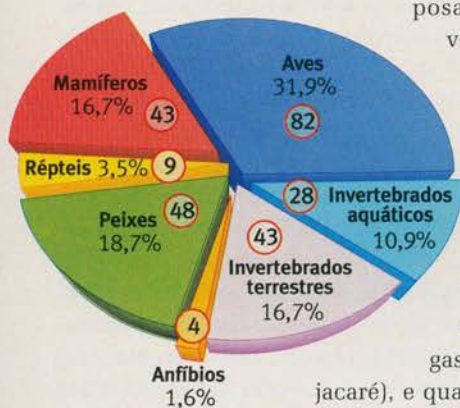


Figura 4. Número e percentagem de espécies ameaçadas (considerando o total de 257, no Rio de Janeiro) para cada grupo animal

Arara-canindé (*Ara ararauna*) — Provavelmente extinta no RJ

FOTO HELENA BERNALDO



FOTO CARLOS FREDERICO ROCHA



mata de baixada e a mata paludosa, por exemplo, abrigam a borboleta *Parides ascanius*, o saí-verde, o fura-mato, a preguiça-de-coleira, o mico-leão-dourado e o morcego *Artibeus cinereus*. Nos campos de altitude vivem o tatu-canastra, a borboleta *Dasyophthalma geraensis* e as pererecas *Holoaden bradei* e *Paratelmatobius lutzii*. Em cavernas é encontrado o morcego *Natalus stramineus*. Nas restingas ocorrem a borboleta *Mimoides lysithous*, a lagartixa-da-areia, o sabiá-da-praia, o formigueiro-do-litoral e o rato-de-espinho. E as matas de encosta abrigam a perereca *Thoropa petropolitana*, a jararaca-verde, a surucucupico-de-jaca, o socó-boi-escuro, o urubu-rei, o gavião-real, o gavião-de-penacho, o sagüi-da-serra, o monocarvoeiro, o rato-do-mato-vermelho e a catita. Todas essas espécies estão ameaçadas.

Para definir a política de conservação das que ainda sobrevivem, apesar de toda a devastação, o poder público tem agora um importante instrumento: a nova lista, com uma avaliação detalhada do status atual da fauna estadual e as medidas a serem tomadas para a proteção de cada espécie.

O valor da preservação da biodiversidade

Apesar da constatação de que há 257 espécies ameaçadas de extinção no Rio de Janeiro e dos índices de devastação florestal nesse estado, não se pode desanimar. Algumas ações preservacionistas têm mostrado resultados bastante promissores, capazes de reverter situações consideradas drásticas, como no caso do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), endêmico do estado. Esse animal esteve à beira da extinção, mas após anos de pesquisa sobre sua biologia, associada à sua criação em cativeiro e reintrodução em áreas naturais, o quadro de risco iminente desfez-se, embora a espécie continue ameaçada.

Sabemos que as espécies mais atraentes ou mais 'carismáticas' são ícones de preservação, mas muitas outras, que não despertam tanto interesse, foram preservadas porque tiveram a sorte de estar à sombra daquelas. A preservação deve contemplar todas as espécies animais e vegetais, sendo ou não atraentes ou carismáticas, pois a extinção de apenas uma delas significa não só a perda de um patrimônio genético mas a desorganização (mesmo que em nível pequeno) de um sistema construído pela natureza durante milhares (talvez milhões) de anos. As consequências disso são não apenas imprevisíveis mas também irreversíveis.

Finalmente, não se pode esquecer que, ao longo deste século, eram tidos como ricos apenas os países que tinham reservas de petróleo ou produziam essa matéria-prima. Mas essa situação mudou: nessa virada de século e ao longo do próximo, um dos maiores indicadores da riqueza de um país será seu patrimônio genético, expresso pela biodiversidade existente dentro de suas fronteiras.

Nesse aspecto, o Brasil ainda é um país privilegiado: é um dos primeiros do mundo em diversidade biológica. Essa condição aumenta a responsabilidade do país, e de cada um de seus estados, na proteção desse patrimônio. Isso só poderá ser conseguido através da criação e desenvolvimento de programas que possam interromper a destruição dos habitats e a perda de espécies e assim reverter esse triste quadro.

Sugestões para leitura

- MACHADO, A.B.M.al., *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais*, Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 1998.
- FONSECA, G.A.B. et al., *Livro vermelho dos mamíferos brasileiros ameaçados de extinção*, Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 1994.
- WILSON, E.O. (Org.), *Biodiversidade*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997.
- PIMM, S.L. et al., 'The future of biodiversity', *Science*, vol. 269, pp. 347-350, 1995.

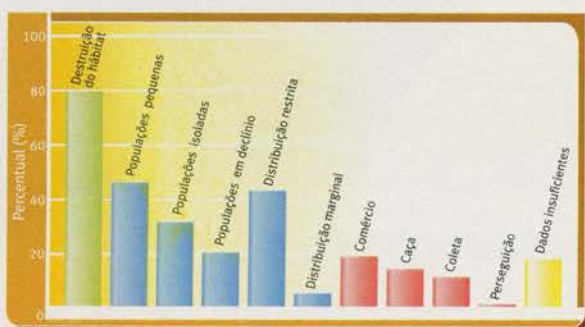


Figura 5. Percentagem dos critérios usados para inclusão das espécies na lista (muitas espécies foram incluídas em mais de um critério)

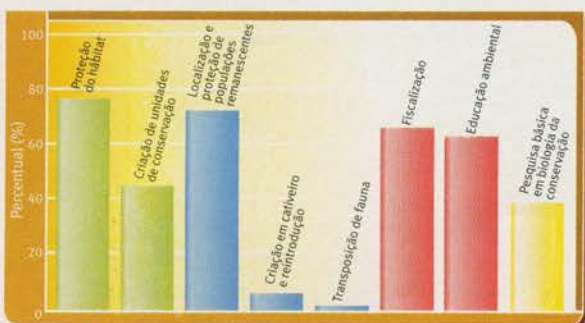


Figura 6. Percentagem das medidas propostas para a proteção das espécies (muitas espécies foram incluídas em mais de uma medida)

Com dimensões pouco maiores que as da Lua, Titã foi flagrado no céu há cerca de 350 anos, mas permaneceu praticamente esquecido até o início deste século. Seu nome, segundo a mitologia greco-romana, é uma designação geral para todos os filhos da união do Céu com a Terra, o que o faz irmão de Saturno, planeta do qual é o maior satélite e único com atmosfera.

Sua superfície rochosa, permeada por lagos e mares profundos, é envolvida por uma misteriosa bruma atmosférica que impede a visão de sua superfície. Seu interior é um núcleo rochoso, coberto por uma capa de gelo.

Essa formação química peculiar faz de Titã um laboratório fantástico para o estudo da origem da vida.

Mas isso, provavelmente, só será alcançado quando o módulo da nave Cassini tocar o solo titânico por volta de 2004.

Será Titã o responsável por derrubar o dogma de que a vida é prerrogativa exclusiva da Terra?

Luiz Fernando C. Nascimento

Grupo de Dinâmica Orbital
e Planetologia,
Universidade Estadual Paulista
(Guaratinguetá)

Rogério Pinto Mota

Laboratório de Plasma,
Universidade Estadual Paulista
(Guaratinguetá)

Titã

Um laboratório p



CORTESIA DE PETER SMITH E MARK LEMMON

Para a origem da vida

Fotomontagem de Saturno e algumas de suas luas. Titã é a lua no fundo e no alto

Desde a Antigüidade, o céu noturno desperta nos homens um grande fascínio. Por muito tempo, as estrelas serviram como guias para mercadores, viajantes e guerreiros. As constelações, conforme apareciam no céu, indicavam as épocas de plantio e colheita. Com a criação do telescópio pelo físico e matemático italiano Galileu Galilei (1564-1642), a vastidão do céu tornou-se explorável, e as grandes descobertas astronômicas começaram a surgir.

Já neste século, com o surgimento das naves espaciais não tripuladas, como as Vikings, Venus, Mariners e Galileo, entre outras, os planetas Marte e Vênus foram explorados com pousos em suas superfícies. Júpiter e seu sistema de satélites foi alcançado, recebendo um módulo para estudar sua atmosfera — seus satélites, Io, Calisto, Ganimedes e Europa, estão sendo alvo de observações cujos dados são melhores e em maior quantidade que todos os outros dados somados até então.

Mas nosso interesse neste artigo é Titã, único dos 18 satélites de Saturno com atmosfera.

Imagem de Titã com melhor definição obtida a partir de observações feitas na Terra. As áreas mais brilhantes podem ser planaltos, planícies ou oceanos

Apesar de Titã ter sido descoberto ainda em 1655, os estudos não progrediram até 1944 (ver 'Antes dos deuses do Olimpo'), quando o astrônomo holandês naturalizado norte-americano Gerard Peter Kuiper (1905-1973), descobridor de Miranda, o quinto satélite de Urano, e Nereida, o segundo satélite de Netuno, voltou para ele seu interesse.

Estudando a atmosfera de Titã, Kuiper identificou em sua composição o metano, gás formado por um átomo de carbono ligado a quatro átomos de hidrogênio (CH_4). Em suas pesquisas, Kuiper usou a chamada espectroscopia, técnica que se baseia na análise de substâncias a partir da luz absorvida e refletida por elas, já que cada composto tem uma forma muito particular de fazer isso (ver 'Bombardeio, esticamento e torção').

A espectroscopia também pode ser aplicada a estrelas ou a qualquer outro corpo celeste. Assim, quando a luz solar incide sobre Titã, as moléculas de sua atmosfera

Na espectroscopia de massa, as moléculas são bombardeadas com um feixe de elétrons de alta energia. O resultado desse choque faz com que as moléculas bombardeadas acabem se 'quebrando' em vários segmentos e perdendo elétrons, tornando-as, no jargão da química, ionizadas, ou seja, dotadas de carga elétrica positiva ou negativa.

Assim, a técnica de espectroscopia de massa auxilia a esclarecer a estrutura de um novo composto. Para isso, basta comparar o resultado obtido com a estrutura de uma substância já descrita pela literatura científica. Se forem iguais, sem qualquer dúvida, os dois compostos serão idênticos.

Outra técnica, a da espectroscopia de infravermelho, fornece também muitas informações sobre a estrutura do composto em estudo. No caso, isso é feito a partir da análise das vibrações das ligações interatômicas, ou seja, das ligações entre os átomos que formam a substância em estudo.

Dito de modo simples, essas vibrações podem ser basicamente de dois tipos: as de esticamento, que indicam quanto as ligações entre os átomos do composto são 'distendidas' sob a ação da radiação infravermelha, e as de torção, que revelam quanto as ligações do composto são 'distorcidas'.

Assim como a espectroscopia de massa, a de infravermelho também tem a capacidade de apontar características altamente individualizadas dos compostos orgânicos. No entanto, seus resultados são mais difíceis de serem analisados.

têm a propriedade de absorver parte dela e de refletir outra. Com base nessas características, Kuiper pôde apontar a presença de metano nessa lua de Saturno.

Estudos usando a luz irradiada pela atmosfera de Titã mostraram que essa luz mudava quando as posições do Sol, da Terra e de Titã se alteravam. Essas mudanças eram diferentes daquelas observadas com a Lua, por exemplo. Concluiu-se, então, que havia uma bruma ou nuvens extensas recobrimdo esse satélite, obstáculo que, através da visão dos telescópios, impedia a visualização de sua superfície.

Antes dos deuses do Olimpo

Foi o físico, matemático e astrônomo holandês Christiaan Huygens (1629-1695) que descobriu Titã em 1655, ao apontar para Saturno seu telescópio refrator de 12 polegadas, cujas lentes ele mesmo havia polido. Essa lua foi assim batizada não só por ser muito grande, mas porque, na mitologia greco-romana, os membros das gerações que precederam os deuses do Olimpo, isto é, Saturno, seus irmãos e primos, eram chamados titãs.

Até a virada deste século, Titã ficou praticamente esquecido, até que o astrônomo espanhol, de origem catalã, Jose Comas Solá levantou a hipótese de esse satélite ter uma atmosfera.

Comas Solá chegou a essa conclusão depois de perceber que a luminosidade da atmosfera diminuía progressivamente do centro à borda de Titã, fenômeno que para outros corpos celestes está quase sempre associado à presença de um invólucro gasoso. Os raios luminosos que interceptam as bordas de um corpo com atmosfera devem atravessar uma camada atmosférica de espessura maior, diferentemente do que, por exemplo, nota-se em relação à Lua, que mantém a mesma luminosidade por não ter atmosfera.

Em 1916, o astrofísico inglês Sir James Jeans (1877-1946), aplicando suas teorias sobre estabilidade de atmosfera planetária, estimou que a temperatura de Titã estaria entre 60K e 100K (equivalentes, respectivamente, a -213°C e -173°C).

Jeans concluiu que qualquer espécie molecular com massa igual ou superior a 16 (massa do oxigênio molecular, O_2) poderia formar uma atmosfera que durasse desde o início do Sistema Solar até os dias atuais.

Densa camada de nuvens

Com o passar do tempo, a partir de dados ainda fragmentados, alguns modelos da atmosfera de Titã foram sendo elaborados, mas, na maioria das vezes, com resultados conflitantes entre si. Havia, por exemplo, estimativas de que a pressão atmosférica na superfície do satélite ia de 0,02 bar a 20 bar (1 bar equivale aproximadamente à pressão atmosférica ao nível do mar na Terra, ou seja, 1 atmosfera ou 760 mm de mercúrio).

No final da década de 1970, com equipamentos ainda poucos sofisticados, a nave norte-americana Pioneer 11, passando a 340 mil km de Titã (praticamente a mesma distância que separa a Terra da Lua), estimou a temperatura na superfície do satélite em 80K (graus Kelvin) (apro-



Propriedades físicas de Titã

Raio	2.575 km
Massa	$1,35 \times 10^{26}$ g (0,022 x massa da Terra)
Força de gravidade	135 cm s^{-2}
Densidade média	$1,881 \text{ g/cm}^3$
Distância de Saturno	$1,23 \times 10^6$ km
Distância do Sol	9,55 UA
Período orbital	16 dias
Período orbital ao redor do Sol	30 anos
Temperatura na superfície	94K
a 40 km	72K
a 200 km	170K
a 1.600 km	190K
Fluxo Solar	1,1% x Terra
Pressão atmosférica na superfície ...	1,5 bar (aproximadamente 1,5 atmosfera)



Figura 1. Foto das camadas superiores da atmosfera de Titã tirada pela Voyager 1, em sua passagem pelo satélite no início da década de 1980

NASA

ximadamente -193°C). Além disso, as imagens obtidas mostravam uma densa e uniforme camada de nuvens, com estruturas que não podiam ser identificadas.

Coube às formidáveis naves Voyager 1 e Voyager 2, em 1980 e 1981, respectivamente, desvendarem a composição da atmosfera, bem como detalhar outros aspectos físicos do maior satélite de Saturno (figura 1).

O valor de seu diâmetro, por exemplo, foi definido em 5.140 km através de radiocultações (ver 'Na ausência de sinais'). Sua massa foi estimada em 0,236 a massa de Saturno, através de variações na trajetória dessas naves causadas pela ação da força de atração do campo gravitacional de Titã.

Assim, de posse do raio de Titã e de sua massa, considerando esférico esse satélite, sua densidade

foi determinada como $1,9 \text{ g/cm}^3$ (grama por centímetro cúbico) – para se ter uma idéia, a densidade média da Terra é de aproximadamente $5,5 \text{ g/cm}^3$. Esse resultado sugeriu que a estrutura interna de Titã fosse constituída por um núcleo rochoso, recoberto por uma capa de gelo.

Visão de Saturno e seus anéis

Outras técnicas utilizadas para o estudo de Titã foram as análises nas faixas da radiação infravermelha e da radiação ultravioleta (a radiação infravermelha é a radiação térmica ou calor, enquanto a ultravioleta é uma radiação eletromagnética com energia entre a luz visível e os chamados raios X). Isso foi feito tanto com instrumentos das naves Voyager quanto com telescópios baseados na Terra e no espaço – um exemplo deste último é o International Ultraviolet Explorer. Assim, definiu-se melhor a composição da atmosfera de Titã em percentuais, bem como a presença de partículas em suspensão nas nuvens, os chamados aerossóis.

Apesar desses incríveis avanços no estudo dessa mis-

Na ausência de sinais

A radiocultação baseia-se no tempo que a Terra fica sem receber sinais de uma nave. No caso de Titã, essa técnica foi usada com as naves Voyager 1 e Voyager 2.

Ao passar por trás de um corpo celeste qualquer, o controle terrestre da nave deixa de receber por alguns instantes os sinais de rádio emitidos por ela.

Para se chegar ao diâmetro desse corpo, basta realizar uma operação matemática relativamente simples: multiplica-se a velocidade da nave v pelo tempo t que a Terra deixa de captar os sinais. O resultado dessa multiplicação irá fornecer o diâmetro do corpo. No caso de Titã, chegou-se ao resultado de 5.140 km.

Admitamos a seguinte situação (ver figura ao lado):

O diâmetro desconhecido D , de Titã, é determinado pela expressão $D = v \cdot t$, onde v é a velocidade conhecida da nave espacial e t foi o tempo durante o qual não houve recebimento de sinais de rádio, emitidos pela Voyager, por estações da Terra. A distância entre a nave Voyager e Titã torna-se desprezível em virtude da enorme distância entre a Terra e esse satélite.



teriosa lua, sua superfície continuava invisível, apesar da expectativa de as naves Voyagers descobrirem alguma brecha nessas nuvens que permitisse a observação do solo – o que, infelizmente, não ocorreu devido ao fato de elas serem impenetráveis. Dessa forma, um observador na superfície de Titã perde a oportunidade de se maravilhar com o espetáculo da visão de Saturno e seus anéis formados por poeira e fragmentos de rochas cobertos com gelo.

Lagos e mares profundos

No entanto, a superfície de Titã pôde ser observada através das ondas de rádio, que atravessam essa camada de nuvens e partículas. Vale ressaltar que uma das propriedades das ondas de rádio é que elas são refletidas por superfícies rochosas, mas não por superfícies líquidas.

Os sinais de rádio emitidos da Terra foram recebidos de volta pelos radiotelescópios de Socorro, no Novo México (Estados Unidos). Ora eram recebidos, ora não, dependendo da posição de Titã, o que sugeriu aos pesquisadores a presença de oceanos e de continentes. Essa hipótese é corroborada pelo fato de a órbita de Titã ser elíptica, pois, se sua superfície fosse coberta em grande parte por lagos e mares, o efeito de maré, produzido pela atração do campo gravitacional de Saturno, faria com que sua órbita se tornasse circular num tempo menor que o da idade do Sistema Solar – acredita-se que Titã tenha a mesma idade que a Terra e o Sistema Solar.

Assim, Titã tem uma superfície rochosa, lagos e mares (com profundidade de pelo menos 500 m!), sendo que esses dois últimos são formados por etano e outros hidrocarbonetos. Essa composição dos mares é importante para a manutenção da atmosfera de metano.

Duas hipóteses

A atmosfera de Titã teve sua composição determinada pelas análises das Voyagers como tendo nitrogênio e metano, bem como outros gases em menor proporção (figura 2). Há duas hipóteses para explicar a origem dessa atmosfera. A primeira, denominada

Composição da atmosfera titânica

Nitrogênio (N_2)	95%
Metano (CH_4)	4%
Monóxido de Carbono (CO)	6×10^{-5}
Dióxido de Carbono (CO_2)	10^{-6}
Etano (C_2H_6)	2×10^{-5}
Acetileno (C_2H_2)	2×10^{-6}
Etileno (C_2H_4)	10^{-6}
Cianogênio (C_2N_2)	10^{-6}

Figura 2.

hipótese da atmosfera primitiva, afirma que houve retenção, pela gravidade de Titã, dos gases da nebulosa que deu origem a Saturno. Porém, a idéia é contradita pelo fato de a abundância de neônio, um dos chamados gases nobres, ser menor que a esperada.

A outra hipótese é que os impactos de corpos, como cometas e meteo-

ros, ricos em substâncias voláteis, enriqueceriam a atmosfera de Titã com nitrogênio e gás carbônico. Ou ainda há uma corrente defensora de que houve liberação dos gases contidos em materiais sólidos (essa última, denominada hipótese da atmosfera secundária), o que teria acontecido em decorrência de movimentos próprios da crosta titânica, bem como pelo efeito de maré. O metano, composto importante dessa atmosfera, poderia ter sido originado da decomposição do etano ou da volatilização de clatratos (corpos rochosos que têm gases aprisionados em seu interior).

Moléculas da vida

O que torna também interessante o estudo de Titã é a possibilidade de se analisarem as alterações em sua atmosfera, simulando-a em laboratório. Vários trabalhos nesse sentido foram realizados pelo astrofísico e historiador da ciência Carl Sagan (1934-1996), trabalhando no Laboratório de Planetologia da Universidade de Cornell, nos Estados Unidos.

Foto de Titã tirada pela Voyager 1 a cerca de 4,5 milhões km de distância



NASA

FOTOS CÉCIDAS PELOS AUTORES

Sagan e seus colaboradores, ao submeter à ação de radiação ultravioleta uma mistura de gás nitrogênio e metano na proporção de 90 para 10, obtiveram vários hidrocarbonetos cuja concentração estava em concordância com os valores observados pela Voyager 1. Essa simulação apontou ainda o surgimento de gases como propano, acetileno, etileno e nitrilas – entre esse último grupo, o cianeto de hidrogênio (HCN), um gás mortal para os seres humanos, mas que teve um papel importante na origem da vida primitiva na Terra –, o cianoacetileno (HC₃N) e o cianogênio (C₂N₂).

A presença desses materiais orgânicos não significa necessariamente material vivo, mas compostos contendo carbono e nitrogênio foram importantes para a construção das chamadas moléculas prebióticas, que estão na base da origem da vida na Terra.

Uma substância barrenta

Há basicamente três fontes de energia que agem na atmosfera titânica. Uma delas é a radiação ultravioleta proveniente do Sol, que promove a 'quebra' (ou fotodissociação, no jargão técnico) do nitrogênio molecular e do metano, levando à formação de vários compostos orgânicos. Há também elétrons energéticos provenientes do campo magnético gerado

por Saturno, bem como os chamados raios cósmicos, que são prótons altamente energéticos que vagam pelo espaço.

Sob a ação dessas fontes de energia, os gases constituintes da atmosfera de Titã são continuamente 'quebrados' e recombinações, formando compostos mais estáveis e resistentes ao bombardeamento dessas fontes, bem como outros que são novamente 'quebrados' e recombinações sucessivamente, formando moléculas mais complexas.

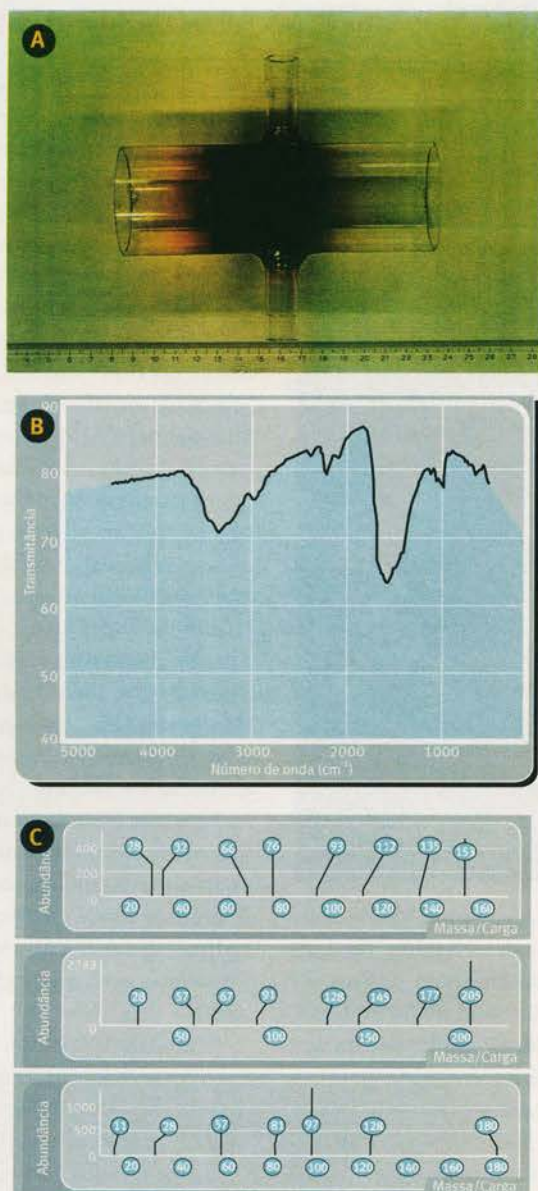
Nas simulações da atmosfera titânica feitas em laboratório, esses gases são gerados depois de uma descarga inicial de radiação ultravioleta. Mas, se a descarga é mantida constante, como se formassem inúmeras descargas sequenciais, surge uma substância cor de laranja escura dentro do reator. Sagan batizou-a tolina, que, em grego, significa 'barrento' (figura 3).

A análise pelo método de espectroscopia de infravermelho mostra que esse produto tem átomos

Figura 3
(A) Tolina obtida pelos autores em reator de pirex, após descargas elétricas em mistura de nitrogênio, metano e água

(B) Espectro de massa da tolina ao lado, mostrando compostos com até 205 unidades de massa atômica

(C) Espectro de infravermelho da tolina ao lado, mostrando bandas de absorção das ligações químicas envolvendo carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio



de carbono com ligações simples, duplas e triplas (respectivamente, C-C, C=C, C(C)), bem como átomos de carbono ligados ao nitrogênio (C-N). Já a análise por espectroscopia de massa mostrou a presença na tolina de outros grupos de substâncias com muitos átomos de carbono, como aminas, amidas e hidrocarbonetos (figura 4).

Descarga sobre gases

Espécies Químicas

CO, CO₂, OH, OH⁺, NO,
NH, O₂, CN, CH, N₂, C, H, H₂

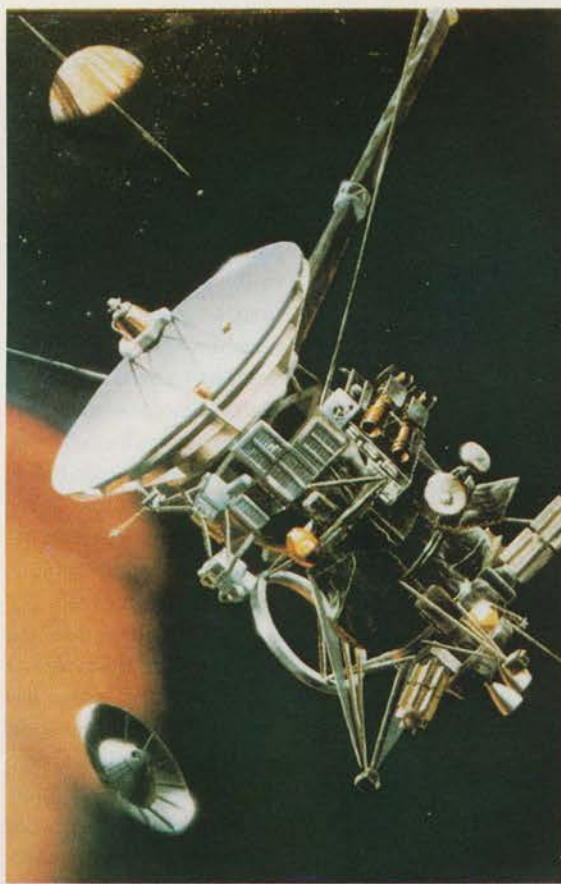
Compostos Químicos

água, oxigênio, metanol, naftaleno hidroxilamina, furano, benzeno, ciclobutano, tolueno, azuleno, formanilida, isoquinolina, fenilisoquinolina, piridinacarbonitrila, ácido propanóico, formaldeído, butanona, pirano

Figura 4. Espécies e compostos observados na descarga de radiação ultravioleta sobre nitrogênio, metano e vapor d'água

A nave espacial Cassini, em primeiro plano, a caminho de Saturno, lança o módulo Huygens em direção a Titã, embaixo à esquerda

Figura 5. Na concepção artística (abaixo), a nave Cassini (no alto à esquerda), rumo a Saturno (no centro ao fundo), lança o módulo Huygens (A). O módulo atravessa a atmosfera marrom-alaranjada de Titã (B) e se aproxima de sua superfície (C), que pode conter lagos de etano e metano líquidos com alguns pedaços de metano e amônia congelados. O Huygens finalmente pousa sobre o solo de Titã (D)



Foi interessante observar a propriedade da toli-na de alterar a velocidade e a trajetória da luz, propriedade que os físicos denominam 'índice de refração'. Ela era praticamente igual ao do aerossol presente na atmosfera de Titã. Concluiu-se, então, que a cor alaranjada do satélite era dada por um produto de composição bastante semelhante ao obtido em laboratório.

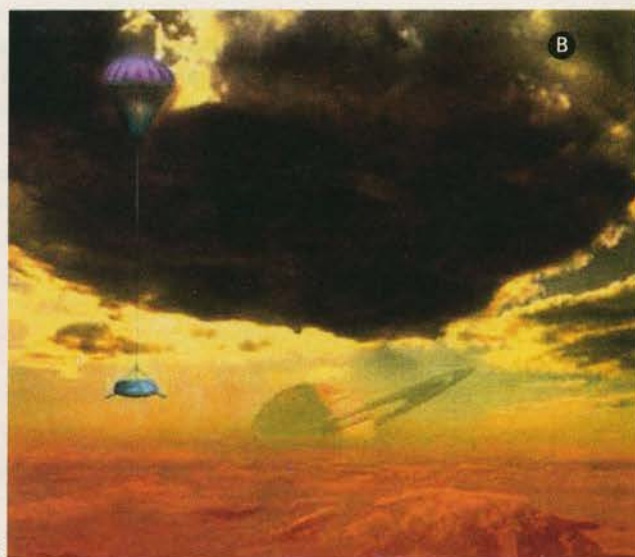
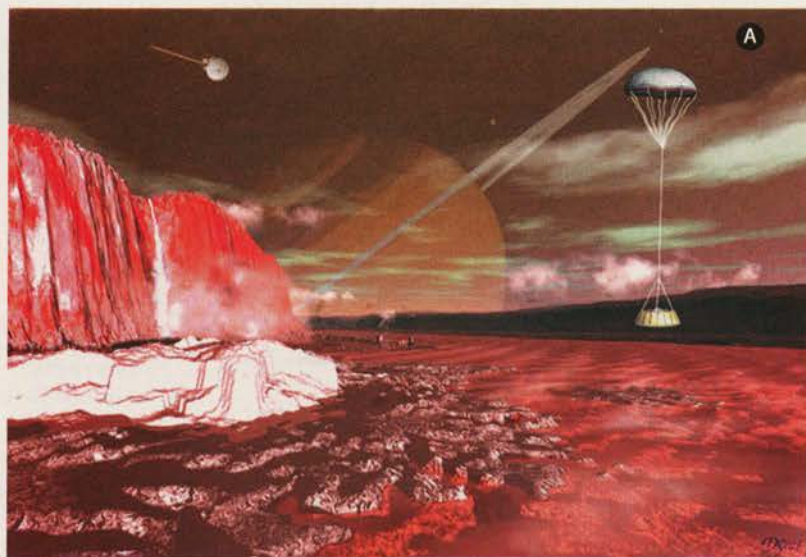
Água no satélite

Baseando-se no fato de Saturno ser um corpo maciço (tem massa equivalente a 95 massas da Terra), esse planeta, por atração gravitacional, poderia capturar cometas ou restos cometários, fazendo com que a órbita desses viajantes cósmicos se aproximassem de Titã e, conseqüentemente, caíssem em sua superfície. Esse fato enriqueceria a atmosfera de Titã com inúmeros compostos, inclusive água.

Tendo em vista essa possibilidade, confirmada no início de 1998 por dados do satélite ISO (Infrared Space Observatory), lançado pela agência européia do espaço (ESA), o Laboratório de Plasma da Universidade Estadual Paulista, no campus de Guaratinguetá, realizou em 1996 pesquisas cujos resultados revelaram que o desencadeamento de descargas elétricas fazia surgir inúmeras espécies químicas formadoras de um produto mais complexo, semelhante ao obtido por Sagan a partir de uma mistura de nitrogênio e metano. Nesses estudos, o Laboratório de Plasma usou uma mistura gasosa, simulando a atmosfera de Titã, com nitrogênio (95%), metano (4,8%) e vapor-d'água (0,2%), sob pressões equivalentes a altitudes de 180 km.

Fazendo essa descarga durar mais tempo, observou-se no reator onde as descargas eram efetuadas o aparecimento de um produto laranja amarronzado. A análise, através de espectroscopia óptica, revelou radicais químicos que formaram moléculas estáveis e outras que se quebraram para se combinar novamente.

A análise infravermelha mostrou inúmeras ligações químicas, como Sagan já havia feito, e, além daquelas, o aparecimento de ligações de átomos de oxigênio com hidrogênio, bem como de carbono com



oxigênio (respectivamente, O-H e C=O). Através da espectroscopia de massa, revelaram-se inúmeros compostos de importância biológica (aminas, amidas, piridina, ácidos orgânicos, cetonas), bem como compostos aromáticos complexos (naftaleno, azuleno, fenilisoquinolina), entre outros.

Esses compostos vão se formando por recombinação, após a dissociação do nitrogênio, do metano e do vapor-d'água. Na atmosfera de Titã, com o passar do tempo, esses compostos vão se agrupando nas gotas das nuvens atmosféricas, para cair sobre os mares e a superfície, fazendo supor que haja nessa lua uma camada de altura considerável desses produtos não só sob a forma de tolna (pois não há regras para a ordem de ligação dos compostos que vão se formando), mas também de substâncias de estrutura química mais simples, como aminas, amidas, ácidos orgânicos, por exemplo, que não chegaram a sofrer 'quebra' depois de sua formação em altas altitudes. É essa riqueza química que torna Titã um laboratório prebiótico fascinante.

Queda de um dogma?

Todas essas hipóteses poderão ser confirmadas ou refutadas com a chegada da missão Cassini-Huygens, lançada em outubro de 1997 e com chegada prevista a Saturno em 2004 (figura 5). A nave Cassini, homenagem ao astrônomo franco-italiano Giovanni Domenico Cassini (1625-1712), foi construída pela Nasa (agência espacial dos Estados Unidos). Já seu módulo, Huygens, homenagem ao físico holandês Christiaan Huygens (1629-1695), foi construído pela ESA.

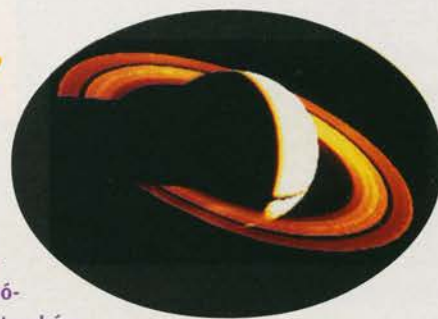
Saturno, o planeta 'triplo'

Saturno foi descoberto pelo astrônomo Galileu Galilei em meados de 1610 e, para sua surpresa, tal planeta não era redondo nem único, mas 'triplo'. Esses corpos laterais de Saturno não eram móveis como os satélites de Júpiter, também descobertos por Galileu. Os corpos laterais nada mais eram que anéis, identificados por Huygens por volta de 1655. Com massa 95 vezes a da Terra, Saturno dista 1,5 bilhão km do Sol (distância 10 vezes maior que a da Terra ao Sol) e sua atmosfera é principalmente composta por hidrogênio e hélio. Faz parte dos planetas gigantes e gasosos cuja densidade estimada é $0,69 \text{ g/cm}^3$.

A temperatura média é de 180°C negativos.

Em quase dois anos de voo, a Cassini já verificou um vazio entre os anéis mais internos (A e B) de Saturno. O módulo Huygens será desacoplado e descerá em Titã, com freamento feito com o auxílio de pára-quedas. Seus instrumentos, até a chegada à superfície, analisarão a composição atmosférica, pressão e temperatura. Ao tocar o solo, analisará a composição do terreno.

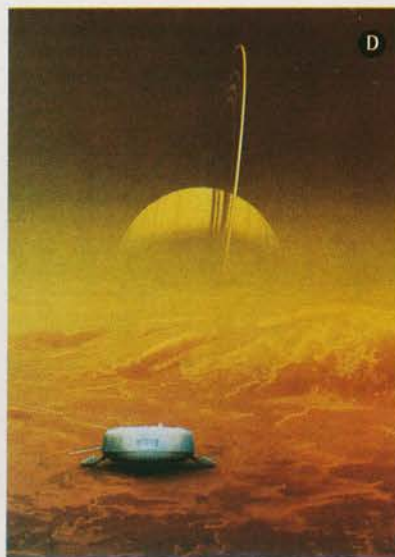
De acordo com os dados obtidos através dos equipamentos do módulo Huygens, modelos poderão explicar a possibilidade de aparecimento de seres vivos mesmo que extremamente elementares. Se as condições pré-bióticas (que permitam o aparecimento de vida) forem confirmadas, a missão Cassini-Huygens terá derrubado o dogma de que a vida é prerrogativa exclusiva da Terra.



PIRANCA



CEA/GATTEBERY



ESA

Sugestões para leitura

- NASCIMENTO, L.F.C., *Compostos químicos gerados por descargas elétricas em atmosfera simulada: O caso de Titã*, dissertação de Mestrado, Unesp – campus Guaratinguetá, 1996.
- SAGAN, C., *Pálido Ponto Azul – Uma visão do futuro da humanidade no espaço*, São Paulo, Companhia das Letras, 1996.
- DE DUVE, C., *Poeira Vital*, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1997.
- TAYLOR, F.W. & COUSTENIS, A., 'Titan in the Solar System', in *Planetary and Space Science*, vol. 46, pp. 1.085-1.097, 1998.

O parasitismo — a associação metabólica entre seres de espécies diferentes — parece existir desde a origem da vida na Terra. O estudo dos parasitos que afetam o organismo humano e de sua relação com inúmeras doenças já tem alguns séculos, mas foi ampliado, há pouco mais de 70 anos, pela busca de vestígios de parasitismo em antigos restos humanos (tecidos mumificados, ossos e fezes fossilizadas). Esse novo campo de pesquisa, a paleoparasitologia, está usando agora as mais recentes técnicas da biologia molecular para detectar resíduos de DNA de parasitos em materiais arqueológicos e paleontológicos, gerando informações que podem ajudar a compreender muitos aspectos da evolução biológica e social do ser humano.

Adauto Araújo
e **Luiz Fernando Ferreira**
Escola Nacional de Saúde Pública,
Fundação Oswaldo Cruz
Karl Reinhard
Universidade de Nebraska
(Estados Unidos)

Dos caçadores à paleoparasitologia



de micróbios asitologia molecular

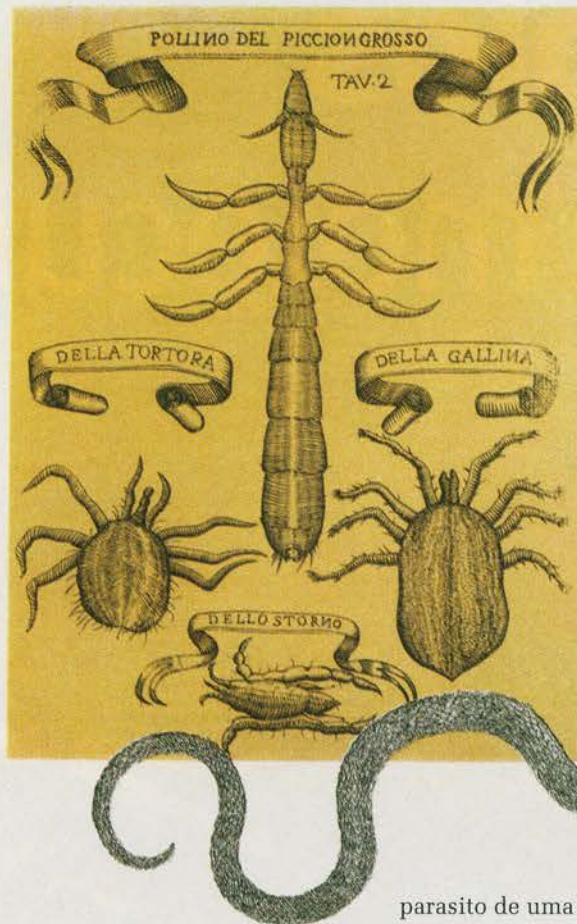


Inúmeros seres vivos, de variados tipos e tamanhos, desenvolveram durante sua evolução um 'meio de vida' bastante curioso: pode-se dizer que vivem às custas de organismos de outra espécie. Essa associação ecológica entre indivíduos de espécies diferentes é chamada de parasitismo. O parasito obtém do organismo em que vive, chamado de hospedeiro, os nutrientes de que precisa, além das condições fisiológicas indispensáveis à sua vida.

A relação de dependência metabólica entre parasito e hospedeiro depende das espécies envolvidas e pode ser temporária (durante uma ou mais fases do ciclo vital) ou permanente. Pode ainda ser obrigatória (para um, para outro ou para ambos) ou facultativa, e variar de um nível mínimo de dependência até uma dependência total.

O conceito amplo de parasitismo como uma relação ecológica permite a inclusão na categoria de

Figura 1. Alguns parasitos de aves, em ilustração do século 17, publicada em livro do poeta e naturalista italiano Francesco Redi (1626-1698)



organismos: de bactérias, fungos, protozoários, vermes e vegetais até animais invertebrados (figura 1) e vertebrados. Os vírus também fazem parte dessa lista, embora não estejam classificados entre os seres vivos. Esse conceito facilita a compreensão das relações entre os organismos e permite que sejam estudadas sob pontos de vista não apenas biológicos.

O fenômeno parasitismo começa com a necessidade básica dos organismos de absorver alimento e gerar energia para seu crescimento e reprodução. Acredita-se que esse tipo de associação tenha surgido logo após a origem da própria vida na Terra, há 4 bilhões de anos.

A antigüidade dessa relação pode ser deduzida a partir do DNA, a molécula que contém o código genético. Inúmeros seres vivos têm, misturadas com os seus genes, seqüências móveis de DNA ('transposons') de outros organismos. Os transposons usam o sistema de replicação

do DNA do hospedeiro para fazer cópias de si mesmos, inseridas em outro local do genoma que invadiram. Acredita-se que essas seqüências 'invasoras' seriam resquícios de parasitos dos ancestrais dos atuais seres vivos. Tais parasitos só se reproduziriam através do compartilhamento de seu DNA com o do hospedeiro, como ocorre atualmente com os vírus.

O surgimento da célula eucariota, na qual o DNA passou a ser contido em um núcleo isolado por uma membrana, trouxe novas possibilidades aos parasitos. Certas estruturas com DNA (ou RNA) próprio, presentes no citoplasma das células (como as mitocôndrias), seriam exemplos de uma relação parasitária ancestral que, de tão estreita e dependente, tornou-se imprescindível a ambos, exercendo papel essencial na história evolutiva dos organismos compostos por esse tipo de célula (figura 2).

O parasitismo surgiu de modo independente, várias vezes, na história biológica, em diferentes linhagens de organismos. O fenômeno ocorre em toda a natureza, envolve todos os seres vivos (como hospedeiros ou parasitos) e pode se tornar parte do sucesso evolutivo das espécies associadas. Esse tipo de relação metabólica é tão bem-sucedido que inúmeros seres evoluíram dessa mesma forma, separadamente, nos cinco reinos naturais: Monera (bactérias), Protista (protozoários e algas), Fungi (fungos), Plantae (vegetais) e Animalia (animais).

Na crença popular, os parasitos costumam ser associados a moléstias, mas sua simples presença (infecção parasitária, ou parasitismo) em um hospedeiro não leva necessariamente a uma doença parasitária (parasitose). A doença só ocorre quando o parasito altera as funções normais do organismo que o hospeda e o prejudica. Tal alteração produz um conjunto de sinais e



Figura 2. As mitocôndrias, estruturas com DNA próprio existentes dentro das células eucariotas, podem ter sido parasitas ancestrais que se tornaram indispensáveis

sintomas que orientam um diagnóstico, confirmado pela verificação da presença do parasito.

Parasitas, filogenia e ecologia

Alguns parasitos são muito específicos para certas espécies de hospedeiros. Tal especificidade é importante para entender as relações filogenéticas entre hospedeiros – a filogenia estuda a evolução histórica dos organismos. Como os parasitos têm sua origem em ancestrais (que infectavam ancestrais dos hospedeiros), a presença de um mesmo tipo de parasito (ou formas semelhantes) em diferentes hospedeiros permite determinar o grau de relacionamento entre tais espécies.

Muitos parasitos, porém, foram adquiridos pelos hospedeiros ao longo de sua evolução. Há, portanto, duas grandes vias de origem de parasitos nas espécies atuais de hospedeiros: a linha filogenética, em que o parasito foi herdado de ancestrais, e a linha ecológica, em que o parasito foi adquirido do ambiente ou de outros hospedeiros sem uma relação filogenética próxima com os atuais.

O estudo da filogenia e da coevolução de parasitos e seus hospedeiros ainda é uma linha de pesquisa importante. A chamada regra de Farenholz, segundo a qual os parasitos e seus hospedeiros evoluem em sincronia, orientou o trabalho de pioneiros no século passado, como Hermann von Ihering (1850-1930), no Brasil, pouco após a publicação da teoria de evolução natural do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882). Hoje, porém, essa metodologia é criticada por alguns especialistas, em função da existência de parasitos adquiridos do ambiente, e só seria confiável se o parasito em estudo tiver origem filogenética.

A parasitologia oferece aos pesquisadores amplo campo de investigações sobre a vida e o relacionamento entre organismos e ambiente. Antes de tudo, é um ramo da ecologia: tanto o parasito quanto o hospedeiro interagem com o ambiente em que se encontram e, além disso, interagem um com o outro, já que o próprio organismo do hospedeiro também funciona como ambiente para o parasito. A parasitologia, mesmo no aspecto estritamente biológico, inclui uma série de ramificações, como a biologia molecular, a imunologia e outras.

Clínicos, epidemiologistas e outros profissionais da saúde têm encontrado na parasitologia um campo fértil para o estudo de novos e velhos males. Hoje, com o interesse em torno das chamadas

doenças emergentes e reemergentes, tal campo volta à ordem do dia. As mudanças decorrentes dos modernos meios de transportes e de comunicações também afetaram de forma drástica o comportamento de infecções e doenças parasitárias que atingem a espécie humana. Tais aspectos têm sido estudados por cientistas políticos, economistas, geógrafos e epidemiologistas.

As doenças parasitárias na história

O conhecimento de parasitos remonta à pré-história humana. Segundo alguns estudiosos, é inconcebível que nossos ancestrais não tenham percebido as lombrigas (*Ascaris lumbricoides*) ou os segmentos corporais de solitárias (*Taenia saginata* ou *T. solium*) eliminados com as fezes, ou ainda os piolhos (*Pediculus humanus*) que há milênios nos infectam (figura 3). Mas não se pode saber se o homem pré-histórico conhecia o significado da presença dos parasitos, ou os entendia como organismos.

A tradução de antigos textos médicos revelou várias menções a parasitos, a doenças causadas por eles e a seu tratamento (figura 4). Médicos

assírios já tratavam a escabiose (sarna) com enxofre. Os antigos egípcios, entre 1250 e 1000 a.C., sofriam ▶



Figura 3. Limpar os cabelos para retirar piolhos é uma prática bastante antiga, como revela esta ilustração de um livro médico publicado há mais de 500 anos (1491)

Figura 4.
A solitária,
ou tênia,
um parasito
intestinal
que pode
medir metros,
também
é mostrada
em antigas
gravuras

de esquistossomose (causada por *Schistosoma haematobium*), como o médico e microbiologista inglês Marc Armand Ruffer (1859-1917) descobriu em 1910, estudando múmias da 20ª dinastia. Acredita-se também que o papiro de Ebers (de 1550 a.C.) refere-se à presença de sangue na urina, característica típica da doença.

Textos gregos e romanos, de Plutarco, Aristóteles, Plínio, Galeno, Hipócrates e outros contêm diversos exemplos de parasitos e parasitoses, e trazem as primeiras classificações e descrições dos diferentes helmintos encontrados nos intestinos de hospedeiros humanos e de outros animais. No Oriente, antigos textos das medicinas védica (na Índia), árabe e chinesa citam artrópodes e helmintos, além de distinguir parasitos humanos de parasitos de animais como o cavalo e o camelo. Fato interessante é que os textos assírios, gregos e védicos associam moscas e mosquitos a doenças, o que só foi comprovado cientificamente no século passado.

A *Bíblia* também menciona parasitos. O Antigo Testamento diz: “Terás fora do acampamento um lugar onde vás satisfazer as necessidades da natureza, levando no cinto um pau. Depois de teres satisfeito a tua necessidade cavarás ao redor e cobrirás os excrementos com terra” (Deuterônimo, XXIII, 12-13). Alguns autores interpretam as expressões “serpentes ardentes” que “devoram o corpo por dentro” (Números, XXI, 6) como uma referência à filária-de-medina (*Dracunculus medinensis*) (figura 5).

A América pré-colombiana não deixou documentos escritos, apenas pinturas rupestres, ainda não estudadas quanto à representação de doenças. Mas as figuras esculpidas em alguns pe-

quenos vasos de barro (*huacos*) pré-colombianos mostram lesões sugestivas de parasitoses, como leishmaniose, e foram encontrados vermes intestinais, como *Enterobius vermicularis*, em coprólitos (fezes fossilizadas) humanos de 10 mil anos, e piolhos (*P. humanus*) em cabelos com a mesma idade. Tanto *E. vermicularis* quanto ovos e adultos de *P. humanus* são perceptíveis a olho nu.

Surgem os caçadores de micróbios

A Renascença (séculos 15 e 16) trouxe enorme progresso na ciência ocidental e, em particular, na medicina, graças ao trabalho de inúmeros cientistas, destacando-se os do anatomista belga Andreas Vesalius (1514-1564), do cirurgião francês Ambroise Paré (1517-1590) e do médico italiano Girolamo Fracastoro (1483-1553). Fracastoro estudou infecções humanas e foi o primeiro a falar em ‘sementes de doenças’.

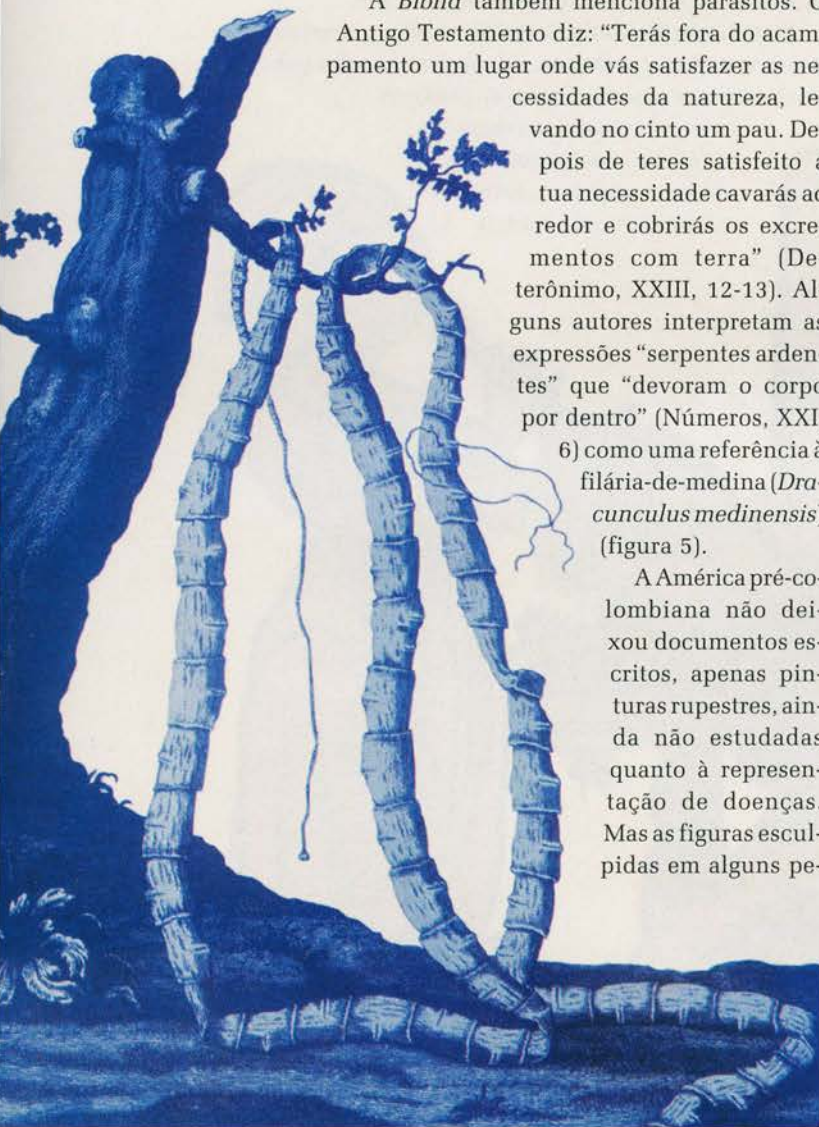
Só no século 17, porém, a invenção do microscópio – pelo holandês Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) – permitiu a descoberta dos seres minúsculos, revelando um mundo até então desconhecido. Sob as lentes compostas, cientistas de vários países começaram a ver e descrever protozoários e pequenos vermes, além de estudar as minúcias anatômicas dos maiores (figura 6).

Os avanços conquistados a partir daí levaram o químico e biólogo francês Louis Pasteur (1822-1895) e o médico alemão Robert Koch (1843-1910) a lançarem, no século 19, a teoria de que inúmeras doenças seriam causadas por microrganismos (figura 7). Foi aberta a temporada de caça aos micróbios, que continua até os dias atuais. Os fatos e cientistas mais marcantes da história da medicina, destacando-se os grandes descobridores de agentes causadores de doenças e seu tratamento, estão registrados em livros como *Caçadores de micróbios*, do médico e historiador Paul de Kruif.

A genética abre novas portas

O impacto provocado pela descoberta dos seres minúsculos repetiu-se, já neste século, quando o norte-americano James D. Watson (1928-) e o inglês Francis H. Crick (1916-) desvendaram a estrutura do DNA. Ao decifram o código genético, entendendo a sequência das bases que formam a molécula do DNA, os cientistas passaram a ter meios para investigar processos evolutivos através desse código, que pode ser fragmentado para o estudo de sequências específicas.

Descobrir a função de cada gene, mapear genomas (identificar toda a sequência genética) de muitas espécies e clonar organismos foram os passos seguintes. No campo da parasitologia, tais avanços





técnicos possibilitaram diagnósticos de doenças mais refinados e precisos e aprofundaram estudos filogenéticos.

Em meados dos anos 80 foi criada a técnica da reação em cadeia da polimerase (conhecida pela sigla PCR), que permite multiplicar com rapidez um segmento de DNA situado entre duas regiões de sequência conhecida. Isso facilita identificar esse segmento (através de outras técnicas) e torna possível detectar resíduos de DNA de parasitos no organismo de hospedeiros. É bastante difícil, por exemplo, encontrar o *Trypanosoma cruzi*, protozoário causador da doença de Chagas, no sangue de uma pessoa infectada há vários anos. O diagnóstico por técnicas sorológicas pode sofrer reações cruzadas e nem sempre é positivo na primeira tentativa. Mas fragmentos de DNA de *T. cruzi* circulando no organismo do hospedeiro podem ser amplificados por sondas específicas para essa espécie de parasito, resultado obtido por alguns cientistas já nestes anos 90.

Os estudos filogenéticos também são interessantes. Populações diferentes da mesma espécie de parasito (obtidas em hospedeiros ou em re-

giões diferentes) estão sendo estudadas para a compreensão do seu processo evolutivo e da antiguidade das relações parasito-hospedeiro. Isso permite entender a dinâmica do processo de saúde e doença nos aspectos individual e coletivo.

Paleoparasitologia e biologia molecular

O primeiro a descrever lesões e patologias em ossos antigos, humanos ou de animais, foi o patologista alemão Rudolph Virchow (1821-1902), no século passado. Mas coube a Marc A. Ruffer fundar uma nova ciência: a paleopatologia, que definiu como o “estudo de doenças em povos antigos”. A serviço do governo inglês no Egito, no início deste século, ele estudava as múmias do Museu do Cairo nas horas vagas. A dificuldade de examinar em detalhes os tecidos mumificados o levou a desenvolver uma técnica de reidratação que permite cortes histológicos e uso de corantes para observação ao microscópio. Com essa técnica, Ruffer descreveu lesões e parasitos nos corpos preservados (alguns com mais de 5 mil anos).

Hoje, a paleopatologia conta com uma associação internacional, fundada em 1973 pelo médico escocês (radicado nos Estados Unidos) Aidan Cockburn. Essa entidade edita uma revista, com os trabalhos produzidos no mundo inteiro por seus associados e comentários sobre trabalhos correlatos em outras revistas científicas. A paleoparasitologia, porém, demorou um pouco mais para se estruturar.

Arqueólogos e parasitologistas associaram-se desde o início, através do envio de fezes preservadas pela dessecação (coprólitos) para exame parasitológico. Até meados deste século, porém, poucos ovos e larvas de várias espécies de helmintos parasitos do homem e de animais haviam sido identificados em coprólitos. Nos anos 60, a reidratação passou a ser feita em solução de fosfato trissódico (Na_3PO_4), o que permitiu o uso de técnicas rotineiras de análise clínica e tornou mais frequentes os achados. Hoje, é possível detectar infecções parasitárias, situando-as no espaço e no tempo, e seguir sua dispersão ao longo das rotas migratórias dos hospedeiros.

Iniciada com o simples achado de parasitos em materiais arqueológicos, a paleoparasitologia estruturou-se como ciência a partir do emprego desses dados em estudos sobre migrações pré-históricas e comportamento de grupos humanos e ainda em pesquisas sobre a origem e evolução das doenças. Dedicam-se a essa ciência, desenvolvida re-

Figura 5.
A filária-de-medina instala-se sob a pele e provoca feridas, através das quais os curandeiros da Antigüidade retiravam os vermes

Figura 6.
A invenção do microscópio – o modelo da imagem teria sido usado pelo naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) – permitiu identificar seres diminutos, muitos deles causadores de doenças



Figura 7. O francês Louis Pasteur foi um dos autores, no século 19, da teoria de que inúmeras doenças seriam causadas por microrganismos

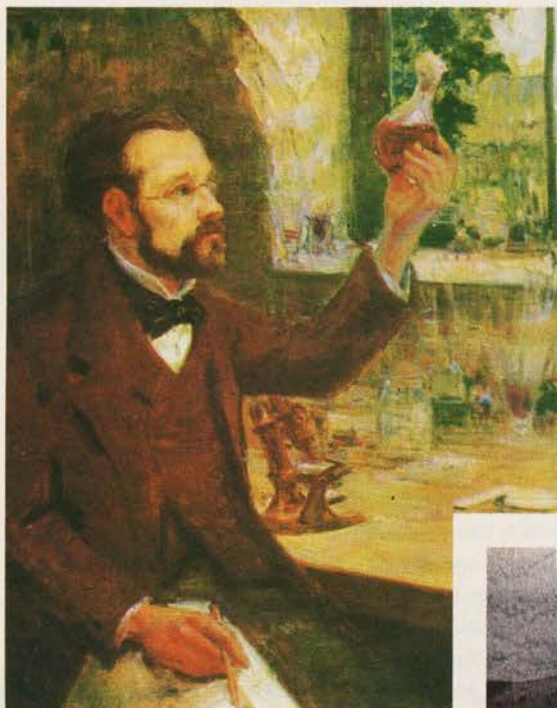
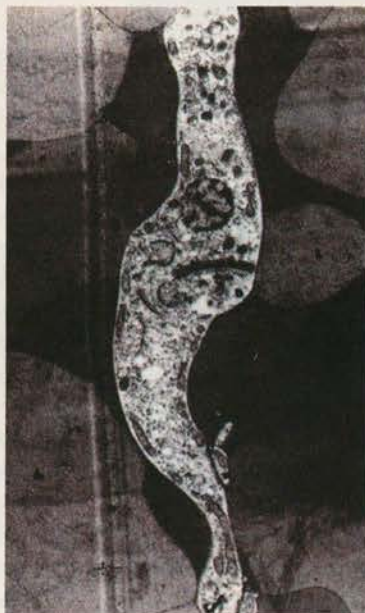


Figura 8. O *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas, já existia na América do Sul há 2 mil anos, o que foi comprovado pela identificação de fragmentos do DNA desse protozoário em múmias encontradas no Chile



centemente, alguns grupos de pesquisa nos Estados Unidos, Canadá, França, Inglaterra e Brasil, entre outros.

O dado novo é que o cientista encontra o parasito, o dado empírico, no material arqueológico ou paleontológico – resquício de populações há muito desaparecidas – com datação e localização geográfica conhecida. Ao contrário do que se pensava, os parasitos deixam fósseis, que permitem avaliar vários aspectos da vida de antigas populações humanas e animais. A caça aos micróbios volta-se para o passado. Os novos caçadores procuram encontrar vestígios de parasitos em restos de populações desaparecidas na intenção de estudar a origem e evolução das doenças parasitárias e as mudanças dos processos de saúde e doença ao longo da evolução – biológica e social – da espécie humana.

Embora as técnicas usadas sejam simples e pouco dispendiosas, o diagnóstico paleoparasitológico envolve certa complexidade. Coprólitos encontrados por equipes de arqueologia ou paleontologia durante escavações são enviados, cumprida toda a metodologia dessas ciências, para o laboratório de paleoparasitologia, onde são registrados, fotografados e medidos. Sua origem zoológica é identificada através do formato e da presença de restos alimentares e parasitos.

Para a análise paleoparasitológica, retira-se o mínimo de material possível, para não alterar a forma original do coprólito. Se este foi preservado por dessecação, é hidratado em solução aquosa

(5%) de fosfato trissódico. Se já está mineralizado, usa-se uma solução (5%-10%) de ácido clorídrico (HCl). Após a aplicação de técnicas que concentram as formas de parasitos, o material é observado ao microscópio óptico, e os ovos e larvas são medidos e fotografados. Nos últimos tempos tem sido utilizado o microscópio eletrônico de varredura, mais potente.

As técnicas da biologia molecular abriram novas perspectivas de diagnóstico, tanto na parasitologia de populações atuais quanto na paleoparasitologia. É possível hoje isolar e multiplicar fragmentos de DNA de parasitos preservados em materiais arqueológicos, o que permite identificar infecções e doenças parasitárias em tecidos, o que antes era impensável. Mesmo lesões em ossos ou em tecidos

mumificados, que ainda geravam muita discussão, tiveram sua origem confirmada. Moléstias como tuberculose, hanseníase e outras doenças bacterianas já foram diagnosticadas por técnicas da biologia molecular em material ósseo ou mumificado.

A doença de Chagas, por exemplo, já existia na América do Sul há cerca de dois mil anos. O laboratório de paleoparasitologia da Escola Nacional de Saúde Pública, da Fundação Oswaldo Cruz, em conjunto com pesquisadores do Insti-

tuto Oswaldo Cruz, confirmou a presença do DNA do protozoário *T. cruzi* (figura 8) em múmias com até dois mil anos, encontradas no deserto de Atacama, no Chile. Em outro resultado, foi identificado DNA de *Leishmania amazonensis* (protozoário causador da leishmaniose) em roedores empalhados da coleção do Museu Nacional, obtidos durante a campanha de combate à peste bubônica no Brasil, no início deste século. Há um campo imenso a ser explorado. É fascinante a possibilidade de estudar o DNA de parasitos com mais de cinco mil anos e acompanhar suas possíveis modificações até a atualidade.

A possibilidade de realizar estudos filogenéticos de parasitos, usando para isso técnicas da biologia molecular aplicadas à paleoparasitologia, está próxima. Isso abre novos caminhos para estudantes e cientistas. Agora, os caçadores de genes de micróbios buscarão no DNA ancestral os caminhos evolutivos da constituição genética atual dos parasitos. ■

Sugestões para leitura

ARAÚJO, A. & FERREIRA, L.F. 'Homens e parasitos: a contribuição da paleoparasitologia para a questão da origem do homem na América', *Revista da Universidade de São Paulo*, v. 34, p. 58, 1997.

FERREIRA, L.F., ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*, Rio de Janeiro, PEC/ENSP/Fiocruz, 1988.

FONSECA Fº, O. *Parasitismo e migrações humanas pré-históricas*, Rio de Janeiro, Editora Mauro Familiar, 1972.

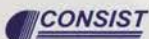
HOEPLI, R. 'The knowledge of parasites and parasitic infections from ancient times to the 17th century', *Experimental Parasitology*, v. 5, p. 398, 1956.

23 a 25 de Setembro '99
Palácio das Convenções do
Anhembi - SP

Patrocínio



Patrocínio Sucesu-SP



Promoção e Realização



Informações e Inscrições

Central de Atendimento
Av. Santo Amaro, 3330 - 9º Andar - Cj.93
Cep: 04556-300 - Brooklin Novo
São Paulo - SP
Telefax: (011) 5561-4942
E-mail: ideti@sucesusp.com.br
Home page: www.educando2000.com.br



EDUCANDO

S U C E S U - S P

“Educando na velocidade do pensamento”

Palestras

- Aprendizagem acelerativa
- Revendo os usos educacionais
- Fórum : Os computadores chegaram e agora?
- Painel: O compromisso da instituição de ensino superior na formação de professores para educação básica
- Painel: Desafios e oportunidades do século XXI
- Choque de educação
- Desenvolvimento de novos talentos
- Fórum : Avaliando a avaliação do ensino médio
- A gestão empresarial e a informática
- LDB/PCN/novas tecnologias
- O novo perfil da educação
- FÓRUM : A educação profissional tem futuro ?
- A escola amplia ou bloqueia a capacidade cerebral?
- Ensino tecnológico e o ensino da astronomia
- Escola virtual

Cursos

- ROBÓTICA
- USOS EDUCACIONAIS DOS RECURSOS DA INTERNET
- FAZENDO HOME PAGE
- CRIANDO SOFTWARES COM CLIC
- ELABORANDO PROJETOS COM SOFTWARES EDUCACIONAIS
- TON TALK

Visite nossa home page: www.educando2000.com.br

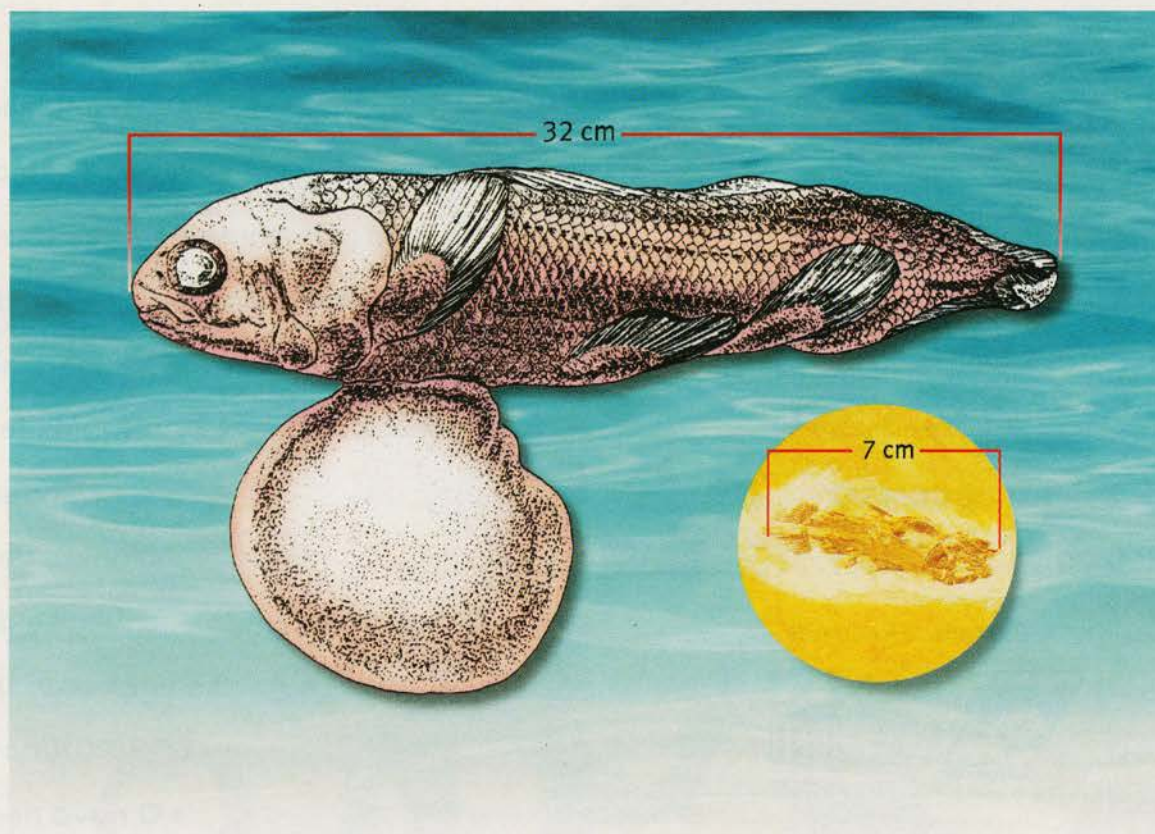


FOTO DE PAULO BRITO

PALEONTOLOGIA Encontrado no Nordeste corpo inteiro de um celacanto bebê, de 120 milhões de anos, em excelente estado de conservação

Um fóssil de peixe bebê escondido no Araripe

A diferença de tamanho entre um bebê normal do gênero *Latimeria* (no alto) e o bebê fóssil de *Axelrodichthys* achado no Nordeste surpreendeu os cientistas

A chapada do Araripe, região compreendida entre os estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, é famosa mundialmente pela quantidade e qualidade dos fósseis encontrados em seu subsolo. Mas o que acaba de chamar a atenção dos cientistas foi a descoberta de um fóssil de apenas 7 cm de comprimento, o primeiro de um celacanto bebê atribuído ao gênero *Axelrodichthys*. Seu corpo está inteiro, faltando apenas alguns ossos da cabeça, e seu estado de conservação, em uma placa de calcário laminado, é ótimo.

Até então, os paleontólogos só

tinham tido contato com bebês de três espécies de celacantos: *Undina penicillata* e *Rhabdoderma exiguum*, a partir de fósseis, e *Latimeria chalumnae*, a partir de indivíduos vivos. O pouco que se sabe a respeito do desenvolvimento dos embriões dos celacantos deve-se, principalmente, aos estudos feitos com bebês vivos de *Latimeria*.

Restam ainda muitas dúvidas quanto às estratégias de reprodução das espécies já extintas de celacantos. Do gênero *Undina*, por exemplo, os únicos fósseis bebês encontrados estavam dentro da

barriga de uma fêmea. Como não foram descobertos outros fósseis bebês desse peixe, é, por enquanto, impossível saber se os indivíduos desse gênero eram vivíparos (animais que dão à luz filhotes já desenvolvidos) ou ovovivíparos (animais que retêm os ovos dentro do corpo até o momento da eclosão).

O grande enigma

Paulo Brito, paleontólogo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) que vem estudando o fóssil bebê encontrado no Araripe, enfrenta o mesmo problema que tiveram os cientistas que analisa-

Pirambóias, nossas primas

Os celacantos foram os peixes que dominaram os oceanos por milhões e milhões de anos até o período Cretáceo. Ainda hoje, existem indivíduos da espécie *Latimeria Chalumnae* vivos, no arquipélago de Comores e no Norte da Indonésia (ver 'A redescoberta do celacanto' em *Ciência Hoje* nº 145). Devido à semelhança entre a forma como os celacantos batem suas nadadeiras e a forma como os quadrúpedes mexem seus braços e pernas, os cientistas acreditaram, por

muito tempo, que esse grupo de peixes teria dado origem aos tetrápodos. Os celacantos foram estudados à exaustão, tornando-se um dos grupos mais bem conhecidos pelos pesquisadores, depois do *Homo sapiens*. Só na década de 1960, descobriu-se que, na verdade, os tetrápodos descendiam de uma mesma linhagem que os peixes dipnóicos, entre os quais figura a pirambóia brasileira (*Lepidosiren paradoxa*).

ram os fósseis de *Undina*: entender precisamente, com tão poucos fósseis descobertos, qual era a estratégia reprodutiva desse peixe.

O que intriga Brito é que tanto os indivíduos adultos de *Axelrodichthys* quanto os de *Latimeria* têm mais ou menos o mesmo tamanho (1,5 m), mas os fósseis de seus filhotes têm medidas radicalmente diferentes. No gênero *Latimeria*, ovovivíparo, são encontrados bebês com 35 cm, fora do ovo, mas ainda dentro da barriga da mãe. Já no gênero *Axel-*

rodichthys, o tamanho do bebê (7 cm), tenha ele nascido de um ovo ou diretamente da barriga da mãe, é muito desproporcional ao do indivíduo adulto. Por falta de outros fósseis, Brito ainda não pode provar, mas acredita ter em mãos o fóssil de um celacanto ovíparo (animais que depositam ovos), uma novidade no meio científico.

Em breve, o pesquisador da Uerj voltará à chapada do Araripe para procurar mais fósseis dessa espécie. Lá, ele conta com o apoio da equipe do Museu de Paleon-

tologia da Universidade Regional do Cariri, instituição que lhe emprestou o fóssil de peixe bebê para estudo. A ação conjunta entre instituições e pesquisadores brasileiros é a maior arma no combate ao contrabando de fósseis da chapada nordestina para colecionadores e paleontólogos da Europa, do Japão e dos Estados Unidos (ver 'Fósseis do Araripe' em *Ciência Hoje* nº 143).

Fernando Paiva
Ciência Hoje/RJ



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
OPORTUNIDADE DO MOMENTO



Pós-Graduação à Distância (Especialização)

- Administração Rural
- Solos e Meio Ambiente
- Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade
- Eletricidade na Agropecuária: Qualidade e Conservação
- Química
- Fontes de Energia Renováveis e Alternativas
- Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas
- Máquinas Agrícolas: Projetos, Aplicações e Regulagem
- Gerenciamento de Micro e Pequenas Empresas
- Produção de Suínos e Aves
- Fruticultura Comercial
- Cultura de Tecidos Vegetais: Tecnologia e Aplicações
- Piscicultura
- Biologia
- Qualidade Total e Agricultura Empresarial
- Produção e Tecnologia de Sementes
- Gestão de Programa de Reforma Agrária e Assentamento
- Produção de Ruminantes
- Informática em Educação
- Informática na Agropecuária
- Matemática e Estatística
- Manejo de Doenças de Plantas
- Nutrição Humana e Saúde
- Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Manutenção e Qualidade
- Processamento e Controle de Qualidade em Carnes, Leite, Ovos e Pescado
- Sistemas Pressurizados de Irrigação: Engenharia e Manejo

Informações:

FAEPE

email: faepe@ufla.br

☎ (035) 821.1418 / 829.1200 / 822.9977

Home Page: www.ufla.br/faepe/cursos

Lavras - Minas Gerais

Inscrições:
01/07 a 31/08/99

Matrículas
Abertas

CURSOS
OFERTADOS

O espetáculo da ciência

Os tótenos ensinam como a linguagem evoluiu, desde a Antiguidade até os dias de hoje



Crianças divertem-se e aprendem escalando a reprodução de célula animal

Ter a sensação de entrar em uma célula vegetal não é mais privilégio de atores norteamericanos em superproduções de ficção científica. Escalar uma célula animal sentindo-se do tamanho de um vírus também não. Essas são apenas duas das muitas atrações que compõem o Museu da Vida, no Rio de Janeiro, inaugurado

em maio, na comemoração dos 99 anos da Fundação Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Em um prédio, dentro da Fiocruz, onde até a década de 70 funcionava uma cavalaria, foram instalados computadores com jogos multimídia, aquários, formigueiros atrás de vidros e a citada reprodução em tamanho gigante da célula vegetal. O local ganhou o nome de Espaço Biodescoberta. O coordenador,

Luiz Antônio Teixeira, diz que o

público-alvo são estudantes de 1º e 2º graus. “O objetivo é ensinar aos alunos, de maneira lúdica, mais sobre a vida na Terra. Portanto, o foco é para as ciências biológicas”, acrescenta.

Outra atração que enche os olhos de quem visita o Espaço Biodescoberta é um jogo que combina computador e pintura. Em uma parede, um painel com uma paisagem da mata atlântica brasileira chama a atenção pelos detalhes e o cuidado com que foi pintado. Nos computadores em frente, vê-se a mesma paisagem digitalizada. Com o mouse, é possível selecionar partes da cena – como um bicho ou uma planta – e receber, em seguida, informações na tela sobre o item escolhido. Segundo Teixeira, o pintor do painel foi orientado por um grupo de cientistas.



FOTO J. PINTO/FIOCRUZ

Ciência ao ar livre

A segunda parte do passeio pelo museu acontece do lado de fora, no Parque da Ciência. Trata-se de uma praça com grande variedade de experimentos para serem feitos pelos estudantes. Há bicicletas que, ao serem pedaladas, acendem uma luz; um moinho que, usando a energia do vento, faz levantar um cilindro de água e experimentos com cordas, sons, entre tantos outros, que ajudam a transmitir conhecimento através de brincadeiras.

À medida que participa das experiências, o visitante passa a entender a função das várias formas de energia na vida do homem, inclusive na comunicação. Há uma área dedicada à história da linguagem, com pedras onde estão gravadas desde pinturas rupestres até a linguagem dos números binários, passando por hieróglifos e alfabeto latino. Um grupo de monitores treinados acompanha os visitantes e responde suas perguntas.

No Parque da Ciência, a maior atração é também a reprodução

de uma célula aumentada milhões de vezes. Mas, nesse caso, trata-se de uma célula animal que pode ser escalada. Em seu núcleo, há uma pequena sala com uma televisão a ser adotada em eventos especiais que usem vídeos educativos.

Também faz parte do Museu da Vida uma lona dentro da qual são apresentadas peças de teatro cujos temas tenham algum enfoque científico. Esse projeto é chamado Ciência em cena. Após cada apresentação, realiza-se um debate.

No fim do agitado percurso educativo, como opção para as crianças menores, pode ser feito um passeio pela Fiocruz em um pequeno trem que passa ao lado das atrações do Museu da Vida.



No espaço Biodescoberta, os visitantes podem entrar em uma célula vegetal e entender seu funcionamento

De acordo com José Ribamar Ferreira, coordenador executivo do Museu, o projeto como um todo levou cinco anos para tornar-se realidade. Para sua construção, que custou em torno de R\$ 10 milhões, a Fiocruz contou com a ajuda do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT).

Existe ainda a intenção de se construir um complexo de difusão cultural e científica vinculado à Fiocruz em uma área de 22 mil m². Entretanto, a idéia ainda está engatinhando, seu orçamento não está pronto e não há previsões para o início de sua realização.

O Museu da Vida abre de terça a sexta-feira, das 9h às 17h. Até setembro, a entrada é gratuita. Depois desse mês, serão cobrados R\$ 5 (adultos) e R\$ 3 (crianças). O endereço é Av. Brasil, 4.365, Rio de Janeiro. As visitas devem ser marcadas pelo telefone (021) 590-6747.

Algumas experiências no Parque da Ciência estimulam os estudantes a brincar com os sons

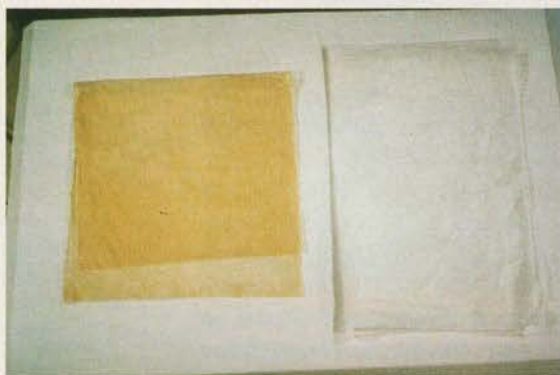


Fernando Paiva
Ciência Hoje/RJ

FOTO FERNANDO PAIVA

Bananeira na restauração de documentos

Papel de bananeira em diferentes tonalidades



O ditado popular “bananeira que já deu cacho”, comumente usado para citar algo ou alguém em franca decadência, segue à risca a curta história de um dos exemplares típicos da flora brasileira: uma vez cortado o fruto, a planta vira lixo. Uma nova tecnologia, entretanto, está mudando o

destino do que até agora era considerado mero resíduo. O engenheiro químico Antônio Gonçalves da Silva, do Arquivo Nacional, desenvolveu, a partir da fibra do pseudocaule (estrutura similar ao caule) da bananeira, um papel ideal para a restauração de documentos históricos. O novo material tem custos de produção 50% mais baixos do que os similares importados – os papéis japoneses e de arroz.

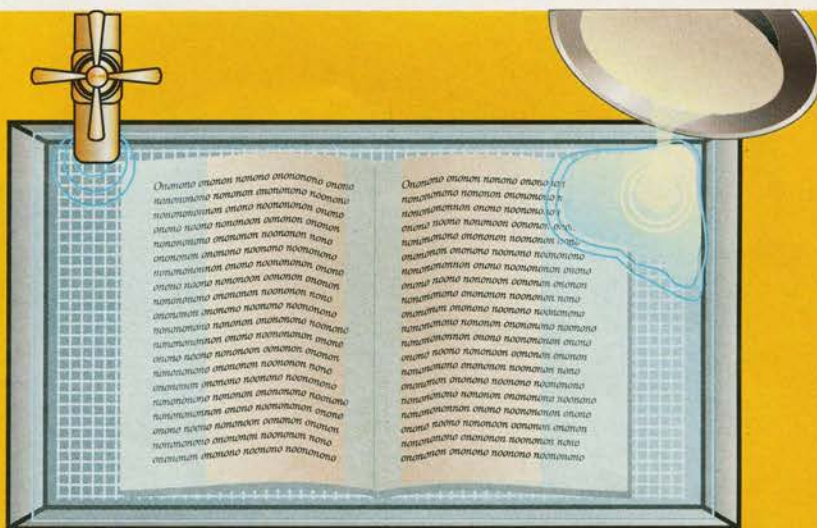
Com a transparência e resistência necessárias à restauração, o papel originado dessa planta tão típica do Brasil se equipara aos melhores do mercado. Os materiais indicados para o processo de recuperação de documentos são papéis de fibras longas, com mais

de 2,5 mm, e o subproduto da bananeira tem essa característica. Já o papel produzido a partir de madeiras, como a do eucalipto, tem fibras menores, inferiores a 1 mm. Os papéis usados na restauração são extremamente finos, com espessura de 0,4 μ (0,0004 mm). Os feitos a partir das fibras de bananeira têm espessura ainda menor: de 0,2 μ (0,0002 mm).

Gonçalves escolheu para a pesquisa, realizada durante seu mestrado em Ciências Florestais na Universidade Federal de Viçosa (MG), a bananeira de Janaúba (MG), por ser de plantio comercial. Geneticamente modificada para suportar o tombamento, essa bananeira concentra em suas fibras mais lignina (polímero res-

O PROCESSO DE RESTAURAÇÃO

- Quando um documento chega ao setor de restauração, seu papel está desgastado pelo uso, pela tinta ou até roído por traças. Seus buracos são mecanicamente preenchidos por fibras de celulose, formando um novo papel nas áreas perdidas.



- Depois de desacidificado, o documento é colocado sobre uma tela, e vai para a formadora de papel. A formadora de papel é enchida com água. Coloca-se então uma suspensão de polpa de celulose.

ponsável pela sustentação das plantas difícil de ser retirado no processo de produção da celulose) do que outras espécies. Isso impossibilitou o pesquisador de usar a forma de cozimento soda, normalmente aplicada por quem trabalha com bananeiras. “Escolhi o processo *kraft*, que inclui no cozimento o sulfeto de sódio, para auxiliar a retirada da lignina”, conta o engenheiro químico.

Voltando ao passado

A utilização de fibras de bananeira para a fabricação de papel não



Etapas da produção da celulose: o pseudocaule, as fibras, a polpa marrom e a polpa branca

é novidade no Brasil. “Uma das primeiras fábricas de celulose do país, a de Engenho da Conceição (BA), produzia papel a partir do talo dessa planta”, diz Gonçalves. Plantas fibrosas, como o algodão, também já foram largamente aproveitadas no país para a produção de celulose. Apenas após a implantação da Aracruz, uma das maiores fábricas de celulose do país, na década de 1970, o eucalipto se tornou a matéria-prima mais usada nessa indústria. A árvore foi escolhida pela indústria por poder ser cultivada o ano inteiro, ao contrário das plantas fibrosas, que têm períodos de entressafra. Além disso, o eucalipto absorve menos água durante o cozimento e as máquinas de beneficiamento podem ser menores.

O papel da bananeira já foi utilizado no Arquivo Nacional e no

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) na restauração de documentos antigos, com resultados positivos. No entanto, o uso do material ainda é restrito porque foi produzida pouca celulose: a polpa disponível foi feita de maneira experimental durante o curso de mestrado de Gonçalves. “O projeto ia ser aproveitado pelo Arquivo Nacional, mas a idéia foi abandonada por falta de verba”, afirma.

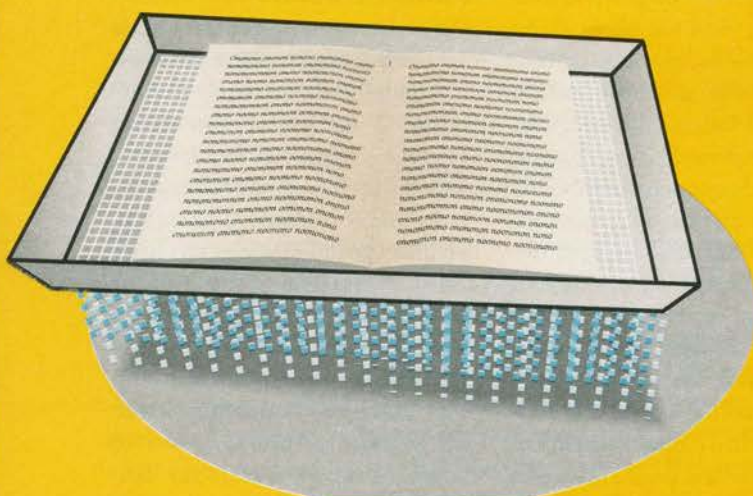
Mas ainda há esperança de aproveitamento da pesquisa. A organização não-governamental Cima, do Rio de Janeiro, estuda a possibilidade de produzir o papel em Macaé (RJ), região de plantio de banana. O objetivo da ONG é diminuir o lixo agrícola e aumentar a renda do produtor rural.

Bruno Magalhães
Ciência Hoje/RJ

O engenheiro químico Antônio Gonçalves da Silva segura um documento restaurado com o papel de bananeira



FOTOS DE LEONARDO ZANELLI



- Quando a água escorre pela tela da formadora, forma-se em poucos instantes uma camada de papel que preenche as falhas do documento.



- O documento é posto para secar, para depois ser cortado e encadernado.
Se o documento estiver muito fragilizado, cola-se sobre ele mais uma folha de papel transparente e extremamente fina.

No rastro do mercúrio

Sexta substância química mais tóxica em um universo de seis milhões, o mercúrio (Hg) ainda não foi totalmente desvendado pela ciência. Conhecer os reais danos à saúde humana de uma exposição prolongada ao metal, encontrar formas eficazes de recuperar as áreas já degradadas pelo poluente ou decifrar o seu ciclo global ou biogeoquímico são algumas das lacunas a serem preenchidas. Os esforços e estudos mais recentes de cerca de 500 pesquisadores de 40 países foram apresentados na 5ª Conferência Internacional do Mercúrio como Poluente Global, promovida pelo Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e pela Universidade Federal Fluminense (UFF), no final de maio, no Rio de Janeiro. Entre os participantes, também foram destaque grupos brasileiros do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), da Universidade de Brasília e da Universidade Estadual de Campinas.

A toxicidade do mercúrio, em sua forma orgânica – o metilmercúrio (MeHg) –, começou a ser investigada no final dos anos 50, quando surgiram, no Japão, as primeiras vítimas da doença de Minamata, um mal no qual distúrbios no sistema nervoso central provocam descontrole dos membros, perda de equilíbrio e redução da visão, entre outros sintomas. A doença pode ter atingido entre 2 mil e 10 mil, matou 887, mas nunca foi registrada fora da região de Minamata (ver Mi-

namata livre de mercúrio em CH nº133). Índices de contaminação tão altos quanto aqueles não foram verificados em outros locais. Isso, no entanto, não retirou a atenção dos cientistas desse metal pesado. Hoje, procura-se saber quais as consequências de uma contaminação crônica pelo metilmercúrio.

“Os efeitos não são grandes em um indivíduo isolado, mas há imensos prejuízos socioeconômicos para as comunidades atingidas”, destaca Phillippe Grandjean, do Instituto de Saúde Comunitária da Universidade de Odense, na Dinamarca. “Algumas crianças que poderiam estar entre as mais inteligentes têm o potencial diminuído e o número das que teriam dificuldade de aprendizado cresce. As diferenças são sutis, mas isso é uma perda social irreversível”, conclui o toxicologista, que, em pesquisas no Tapajós (PA), detectou em crianças de sete a 12 anos, expostas durante a gestação ao mercúrio, déficit em algumas funções neurológicas.

Grandjean explica que, partindo de estudos com o chumbo, há indicações de que, se a contaminação por mercúrio ocorrer durante a gestação ou pouco após o nascimento, os danos serão permanentes. “Já nos adultos os prejuízos podem ser temporários”, diz o toxicologista, há 25 anos pesquisando a contaminação humana por metais pesados na Ilha da Madeira, Groenlândia, Brasil, Ilhas Faroe (no nordeste do Atlântico, pertencentes à Dinamarca).

Na tentativa de fazer um “diagnóstico da população” do Tapajós, a equipe da neurotoxicologista canadense Donna Mergler, da Uni-

versidade de Quebec, usou, assim como Grandjean, fios de cabelos como bioindicadores da contaminação por mercúrio. Foram encontrados índices médios entre 10 e 15 ppm (partes por milhão). A Organização Mundial da Saúde aceita a concentração, em mulheres grávidas, de até 10 ppm, mas diversos países usam como limite 6 ppm.

“Constatamos leve falta de coordenação motora, destreza manual e redução nas funções visuais. As pessoas não são doentes, ao contrário. Mas, em vários países, o chumbo foi proibido como componente da gasolina, não por provocar diretamente doenças, mas por comprovadamente baixar o coeficiente intelectual das crianças. Não podíamos ver isso individualmente e sim nos grupos”, explica Donna.

Perdas e danos

O sistema nervoso central talvez não seja a única parte do organismo afetada pelo metilmercúrio. A equipe de Grandjean estudou a relação entre hipertensão infantil e a contaminação pelo metal durante a gestação, analisando mil crianças das Ilhas Faroe. “Percebemos que crianças com peso menor do que a média e certa quantidade de mercúrio na corrente sanguínea apresentavam elevação da pressão arterial, mesmo quando as mães tinham, durante a gestação, baixos níveis de concentração de mercúrio nos fios de cabelo”, revela o dinamarquês. “Podemos concluir assim que o mercúrio tem consequências ainda desconhecidas na saúde”, acrescenta, destacando que há indícios de

efeitos do metal também no sistema imune.

A contaminação humana ocorre através do consumo freqüente de peixes, mas os pesquisadores são unânimes em um ponto: os peixes não podem ser banidos da dieta das populações que vivem à beira de rios e lagos. "Esse é o item mais importante da dieta desses povos, contém vitaminas A e B e proteínas que não serão adquiridas em outras fontes de seu cardápio", avisa Grandjean. Para Donna, a solução é a educação ambiental nas comunidades. "Nas vilas do Tapajós, ensinamos quais peixes têm menor concentração de metilmercúrio", diz.

O limnologista sueco Markus Meili, da Universidade de Uppsala, explica que tanto nos peixes boreais como tropicais o comportamento do mercúrio é similar. "Os índices mais elevados de metilmercúrio estão nos predadores (piscívoros), porque o metal se bioacumula na cadeia alimentar. O mais indicado é consumir os herbívoros", diz o pesquisador, que reuniu e comparou dados da fauna aquática do Brasil, Suécia e Canadá.

Apesar de diversos estudos apresentados na 5ª Conferência apontarem padrões e processos similares de metilação e bioacumulação do mercúrio – entre outros fenômenos – em diferentes ecossistemas, Meili destaca questões que precisam de resposta: "Afinal, onde o metilmercúrio encontrado nos peixes é realmente formado? Conhecemos várias possibilidades, mas sabemos pouco sobre a importância de cada uma delas no quadro geral." E acrescenta: "Se descrevermos a distribuição do mercúrio nos ecossistemas aquáticos como uma competição entre biota, sedimentos, substâncias orgânicas dissolvidas (húmus) e substâncias inorgânicas dissolvidas (ferro e sais), qual seria o vencedor entre esses meios?"

Garimpo não é único vilão

Outro ponto-chave para Meili é definir quanto do mercúrio depositado nos solos será transportado para as águas e quanto tempo isso levará (ver 'O mercúrio natural e a metilação'). O biogeoquímico Marc Lucotte, da Universidade de Quebec, no Canadá, e Bruce Forsberg, do Inpa, têm pelo menos uma certeza sobre a questão. "Na Amazônia, o desmatamento e as queimadas da floresta fazem com que o mercúrio inorgânico, que naturalmente existe em grande quantidade nesses solos, seja transportado para o sistema aquático, onde ocorre metilação. Sem a cobertura vegetal, os solos, expostos à chuva, sofrem erosão e lixiviação, o que libera o mercúrio para a água", explica.

Para chegar a essa conclusão, a equipe dos canadenses Lucotte e Mergles, trabalhando com o apoio de estudantes de Santarém e do Pará, analisou os níveis de contaminação do ambiente e das populações ao longo do rio Tapajós – desde 50 km do garimpo até Santarém. "Antes da pesquisa, tínhamos a idéia preconcebida de que o garimpo era a principal fonte de contaminação", lembra Lucotte. Esses resultados foram corroborados pelo grupo do Inpa, que trabalhou na região da bacia do alto Rio Negro.

O biogeoquímico explica que alguns solos amazônicos contêm naturalmente grande quantidade de mercúrio inorgânico por terem 10 milhões de anos. "Os solos do Canadá, por exemplo, têm menos mercúrio por serem jovens. Lá, até 10 mil anos atrás, havia uma glaciação. Por isso, não foi possível acumular tanto metal como na Amazônia. O mercúrio

natural vem da atividade dos vulcões, é transportado na atmosfera por grandes distâncias e depositado nos solos", ensina.

Apesar da presença natural do mercúrio, Lucotte destaca que a atividade humana, direta ou indiretamente, é essencial para que o metal seja mobilizado para as águas e, eventualmente, incorporado pela biota. "Sem desmatamento e queimadas, o mercúrio natural permaneceria nos solos e não causaria danos. Com isso, é claro, não estou dizendo que os garimpeiros não são vilões. Eles contaminam bastante as regiões próximas de onde atuam." O grupo de Lucotte e Mergles tem projetos de orientação às comunidades ribeirinhas para amenizar a poluição, evitando o desmatamento e as queimadas.

Do solo à atmosfera

Se na 5ª Conferência foi reforçada a idéia de que boa parte do mercúrio amazônico e de outros locais tem origem natural, os pesquisadores também ressaltaram a quase inexistência de inventários sobre emissões antropogênicas de mercúrio na maioria dos países em desenvolvimento. "Grande parte das incertezas ainda existentes sobre o funcionamento do ciclo global do Hg devem-se a essa lacuna em nosso conhecimento", ressaltou Joseph Pacyna, pesquisador do Instituto de Pesquisas Atmosféricas, da Noruega, especialista em emissões de Hg para o meio ambiente.

O MERCÚRIO NATURAL E A METILAÇÃO

O mercúrio é encontrado na natureza (solos e atmosfera) em sua forma inorgânica. Apesar de apresentar um certo nível de toxicidade, a substância pode causar maiores danos quando metilada e transformada em metilmercúrio (orgânico). O processo de metilação ocorre no ambiente aquático e é mediado por microrganismos. A metilação é favorecida nos ambientes alagados, onde existem zonas anóxicas, ricas em matéria orgânica. O metilmercúrio tem a capacidade de se bioacumular no organismo dos peixes, que ao serem ingeridos pelos humanos, levam à contaminação (ver 'O que é a doença de minamata?' em CH nº 133).

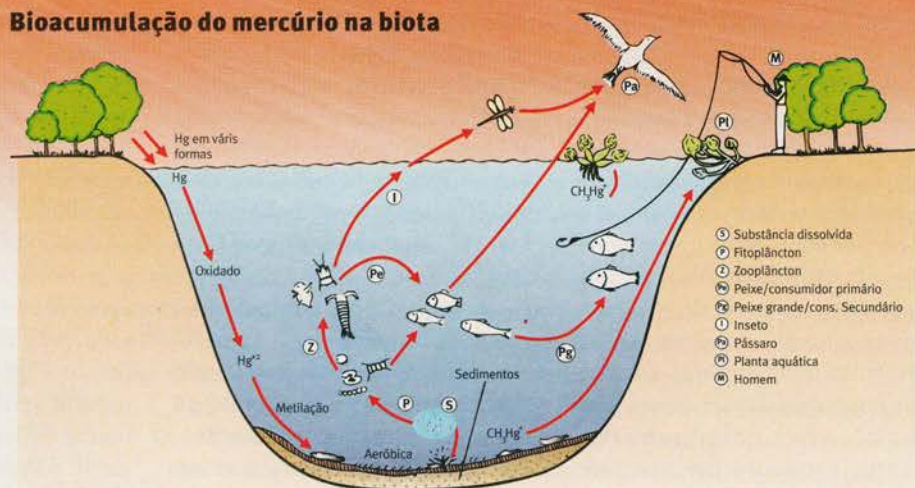
O homem é o principal prejudicado porque nele se acumula o mercúrio absorvido pelos diversos seres aquáticos da cadeia alimentar

Steven Lindberg, do Laboratório de Oak Ridge, no Tennessee (Estados Unidos), insiste também para que não sejam esquecidas as contribuições de outras fontes que poluem a atmosfera com o metal – combustível fóssil, diesel, gás natural, incineração de lixo e a indústria

de cloro-soda. O norte-americano comemora uma integração maior entre as diferentes áreas de estudo do mercúrio. “Agora, pesquisadores do ar, terra e águas estão conversando. Isso é essencial, porque o mercúrio é um problema global”, opina.

Para Lindberg, apesar de todos os avanços, ainda é preciso saber de onde vem o mercúrio da atmosfera e como ele se transporta para a água. Mas a ciência está no caminho certo: “desde a 1ª Conferência, em Gavle, na Suécia, houve importantes avanços nos

Bioacumulação do mercúrio na biota



métodos de medição dos fluxos de mercúrio em sua fase gasosa sobre águas, solos e vegetações”, diz o pesquisador. Hoje, também é possível analisar mais rapidamente a especificação do mercúrio atmosférico, determinando assim as suas origens. “São importantes pistas para conhecermos o ciclo biogeoquímico da substância”, avalia Lindberg.

Um passo fundamental para o entendimento do ciclo global do mercúrio foi a determinação – apresentada pela primeira vez – das taxas de deposição atmosférica

do metal ao longo dos últimos 40 mil anos. Os estudos apresentados por pesquisadores da Espanha, Brasil e Alemanha mostraram que essas taxas podem aumentar de duas a cinco vezes durante períodos de variação climática, como, por exemplo, durante a última grande glaciação. Esses aumentos ocorreram nos períodos mais secos,

com o aumento da frequência de incêndios naturais, que podem resultar em maiores emissões de mercúrio para a atmosfera. Essas constatações confirmam a importância das mudanças na cobertura do solo amazônico e de outras regiões tropicais como vetores potenciais da contaminação por mercúrio.

Dados da concentração do metal na atmosfera de vários pontos do mundo também facilitam o entendimento dos cientistas. “Já podemos dizer que os países desenvolvidos têm menor quantidade de mercúrio na atmosfera. Isso é um reflexo de uma política voltada para diminuir fontes de emissão, o que ainda não acontece nos países em desenvolvimento”, comenta Lindberg. A redução rápida da deposição do mercúrio atmosférico é, portanto, urgente. “É essencial para reduzir a contaminação de peixes e pessoas. Desde que o mercúrio é depositado no solo, ele é lentamente transportado para as águas. Esse processo pode levar milhares de anos”, conclui Meili.

Valquíria Daher
Ciência Hoje/RJ

COLABORARAM: Olaf Malm / Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Luiz Drude de Lacerda / Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense

POLÍTICAS AMBIENTAIS PARA O MERCÚRIO

No encerramento da 5ª Conferência Internacional do Mercúrio como Poluente Global, um grupo formado por representantes de seis países – Estados Unidos, Brasil, Canadá, Suécia, Alemanha e Noruega – divulgou uma lista, endossada por todos os participantes do encontro, com algumas recomendações sobre políticas ambientais para o mercúrio. Entre os pontos levantados destacam-se os seguintes.

Os danos causados pelo Hg já são suficientemente conhecidos, o que justifica a redução e, eventualmente, a eliminação do uso desse metal em processos tecnológicos, independentemente da existência de dados de monitoramento ambiental. O documento ressalta que esse processo não deve ser limitado por fronteiras políticas. No entanto, o status socioeconômico e as características culturais de cada país devem ser levadas em consideração, quando definidas as prioridades para redução do uso do mercúrio.

Para os pesquisadores, todos os continentes devem, em colaboração, desenvolver inventários de emissão de mercúrio. E, além disso, acordos entre países desenvolvidos e em desenvolvimento devem ser firmados para promover opções de financiamento para iniciativas que promovam o gerenciamento dos usos e das emissões de mercúrio.

NUTRIÇÃO Deficiência de enzima que digere a lactose provoca intolerância à bebida em 37 milhões de brasileiros adultos

O 'gosto amargo' do leite

Ao contrário do que apregoam a indústria de laticínios e os programas governamentais de combate à desnutrição, a ingestão diária de leite pode causar perturbações digestivas em milhões de brasileiros. A intolerância ao leite, cujas consequências podem variar de simples mal-estar até o impedimento das atividades normais do indivíduo, é provocada pela deficiência de lactase no adulto, uma condição determinada geneticamente e de prevalência significativa no Brasil.

O alerta para os aspectos negativos decorrentes da ingestão de leite é da médica Adriana Sevá-Pereira, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Segundo estimativas levantadas por ela, a deficiência de lactase ocorreria em 58 milhões de brasileiros adultos (maiores de 15 anos). Em decorrência disso, 37 milhões de pessoas apresentariam intolerância ao leite e estariam sujeitas a sintomas desagradáveis ao tomarem um simples copo da bebida.

A maioria das populações, explica Adriana Sevá-Pereira, é composta por pessoas que manifestam perda progressiva da lactase intestinal após o desmame, condição conhecida por deficiência de lactase do adulto ou malabsorção de lactose do adulto (MLA). Em consequência da falta da enzima lactase, essas pessoas perdem a capacidade de digerir e absorver o açúcar do leite (lactose), podendo apresentar sintomas digestivos de gravidade variável após a ingestão do leite. Nos Estados Unidos, o número de pessoas intolerantes à lactose é

estimado entre 30 e 50 milhões, números suficientes para que as autoridades locais comecessem a alertar a população para o fato. No Brasil, ainda não há iniciativas nesse sentido.

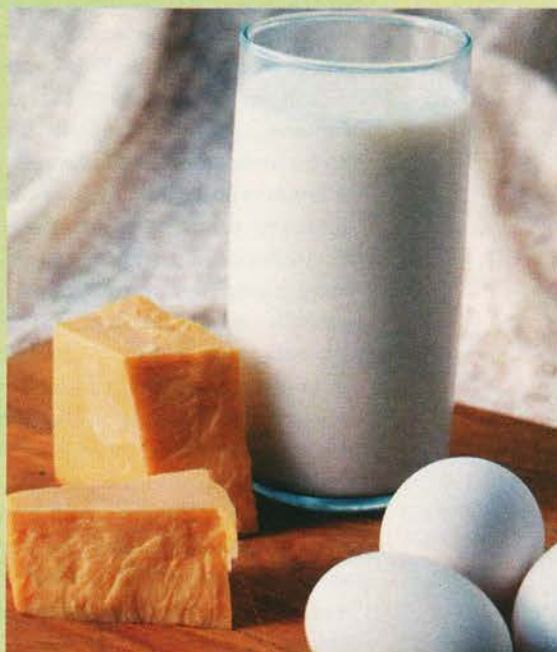
Para fazer a estimativa do número de brasileiros que não tolerariam leite, Adriana Sevá-Pereira utilizou dados de pesquisas anteriores, também realizadas na Unicamp, que demonstram a ocorrência da deficiência de lactase nas populações das diferentes regiões brasileiras e os níveis de intolerância ao leite apresentados por portadores dessa condição genética. O estímulo para as pesquisas e os cálculos, conta a médica, surgiu de sua própria prática ambulatorial: em mais de 20 anos de atendimento, ela verificou grande quantidade de pacientes com sintomatologia digestiva, até mesmo grave, devida somente à intolerância ao leite. "Os sintomas – informa Adriana – são principalmente diarreia e dor abdominal, às vezes graves a ponto de os pacientes passarem por vários médicos, sem serem, no entanto, diagnosticados corretamente."

Em vista da alta frequência da malabsorção da lactose na maioria das populações humanas, dos dados de prevalência encontrados nas regiões do país e das estimativas para a população brasileira, Adriana Sevá-Pereira defende que "a sociedade deva, no mínimo, ser avisada de que o leite pode provocar sintomas desagradáveis". Ela questiona, ainda, a validade de programas nutricionais em que o leite é dado como suplemento dietético principal: "em regiões tropicais,

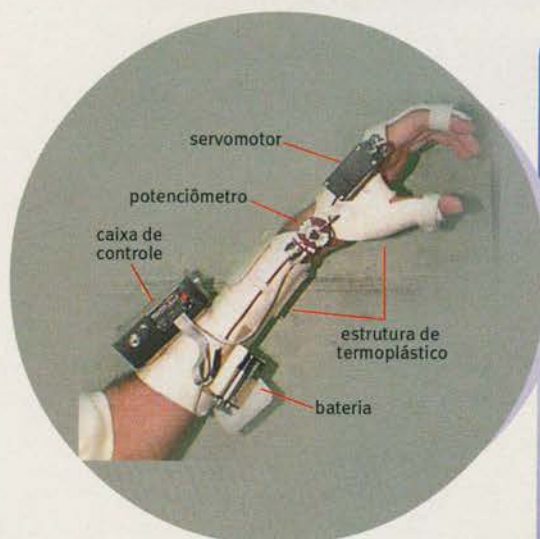
em que as populações desnutridas estão sujeitas a infecções intestinais, a intolerância ao leite pode estar agravando ainda mais a situação, pois o efeito simultâneo da desnutrição e das infecções intestinais, pode resultar em deficiência secundária de lactase, aumentando ainda mais o número de pessoas com intolerância à lactose."

Como alternativa, Adriana Sevá-Pereira propõe que o leite integral seja substituído por leite com baixo teor de lactose, em que o açúcar tenha sido previamente hidrolisado por lactase. Outra alternativa, diz ela, seria substituir o leite por queijo ou manteiga, que possuem pouca lactose (menos do que 0,2%) e apresentam o mesmo valor nutritivo em proteínas e gorduras.

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje/SP

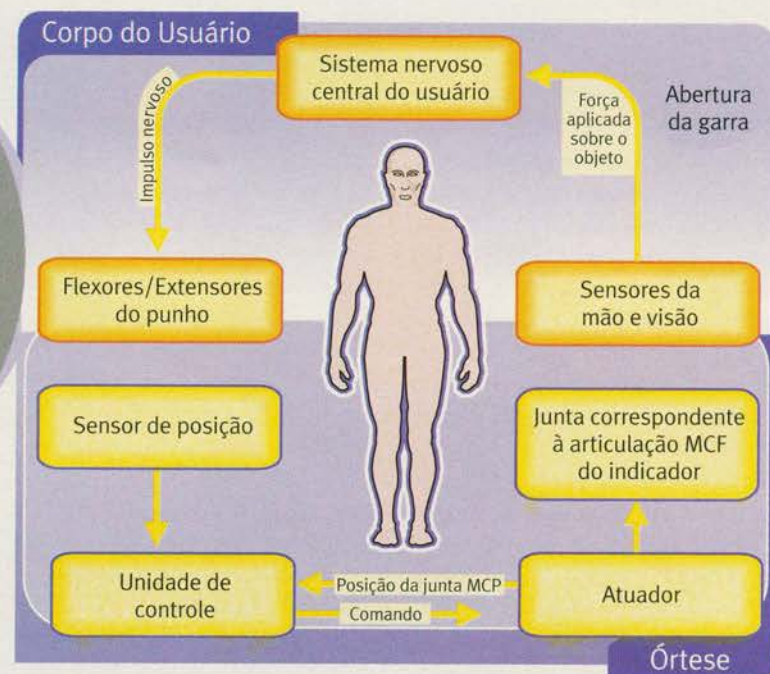


Mãos reanimadas



Pessoas que perderam a mobilidade das mãos podem contar agora com a ajuda de um equipamento que acaba de ser desenvolvido no Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais. Trata-se de uma órtese robotizada, que auxilia a realização do movimento de pinça entre os dedos polegar e indicador, responsável por 20% das ações manuais cotidianas. O equipamento foi elaborado por Saulo Pinto, sob orientação do professor Mário Montenegro Campos, como requisito à obtenção do título de mestre em computação.

Não se deve confundir órtese com prótese. Enquanto esta substitui um membro perdido, aquela auxilia um membro inoperante a executar suas funções. A órtese em questão não restaura a força da mão, mas ajuda-a a fazer a preensão. O equipamento é acoplado à mão e ao antebraço do usuário e permite, por meio de um pequeno motor, que ele comande o movimento a ser feito. “A conexão inteligente entre a percepção e a ação é em linhas ge-



rais o princípio da robótica”, define Mário Campos.

Na órtese manual, essa conexão se faz por meio de um circuito eletrônico (*chip*) que reconhece o estímulo do usuário e transforma-o em resposta (o acionamento do motor). No caso, o estímulo consiste na modificação do ângulo que o punho forma com a mão. Esse ângulo é medido por um sensor equipado com um potenciômetro. Em função de sua alteração, o motor que realiza o movimento de pinça entre polegar e indicador é acionado com maior ou menor intensidade. Assim, movendo a mão em torno do eixo do punho, o usuário pode controlar o tanto que precisa fechá-la, para aplicar mais ou menos força. Esse controle é feito também a partir de realimentação visual: vendo o objeto que quer pegar e calculando a força necessária para tanto, o usuário pode avaliar a medida apropriada do ângulo.

Mas o estímulo não precisa ser

gerado necessariamente no próprio punho, ou seja, o sensor pode ser instalado em qualquer parte do corpo que a pessoa consiga mover. “Para alguém que só possa se mexer do pescoço para cima, é possível que uma câmera de vídeo observe a movimentação dos olhos ou da boca e comande um motor capaz de abrir e fechar a mão”, exemplifica Campos. “Essa é a vantagem do sistema: adaptando o mesmo princípio, podemos colocar sensores e atuadores onde quisermos, em função de cada caso.”

A interface da órtese com o corpo humano é feita por meio de uma estrutura de termoplástico moldável à anatomia do usuário. O material tradicionalmente utilizado para a fabricação de órteses é confortável e não-alérgico. O motor e os circuitos de controle são controlados por uma bateria recarregável de baixo consumo.

Por ora, existe uma única unidade da órtese manual. Esse pro-

tótipo está sendo utilizado pelo próprio Saulo Pinto, que perdeu os movimentos das mãos devido a uma lesão na porção cervical da medula espinhal. O modelo permite-lhe carregar objetos de até 700 g (dependendo de seu atrito). No entanto, com um motor de mais torque, seria viável o suporte de cargas mais pesadas.

Entre as limitações desse modelo, Mário Campos aponta a sua simplicidade. “Essa órtese só viabiliza o movimento de pinça.” Para aperfeiçoá-la, diz ele, seria preciso encontrar um modo de deslocar o peso do motor da mão do usuário e decidir se o punho é, de fato, o local mais adequado para se instalar o sensor.

O custo do material utilizado para construir o protótipo da órtese ficou abaixo de US\$ 100. Se produzida em grande escala, esse preço poderia ser ainda menor. É possível que os componentes sejam produzidos industrialmente, mas a adaptação da órtese a outros indivíduos dependeria de um estudo de caso personalizado. Ainda não há previsões de comercialização do equipamento, embora Mário Campos afirme estar em contato com uma empresa que se mostrou interessada. “Não podemos deixar essa órtese no laboratório”, defende Saulo Pinto. “Precisamos encontrar um jeito de levá-la até aqueles que precisam dela.”

O desenvolvimento do protótipo abre uma série de portas para a pesquisa no campo da robótica, como a produção de outros tipos de órteses com o mesmo princípio. “Seria importante também fazer mais experimentos com esse protótipo”, diz Campos, “visando estudar o impacto do equipamento na vida do usuário e verificar se há algum tipo de atrofia ou perda de mobilidade decorrente de sua utilização”.

Bernardo Esteves

Especial para *Ciência Hoje*/MG

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

MUSEU NACIONAL EXPÕE FÓSSEIS BRASILEIROS

Os brasileiros já podem conhecer alguns dos dinossauros que habitaram o país há milhões de anos. O Museu Nacional, no Rio de Janeiro, abre suas portas de junho a setembro para apresentar, em exposição inédita, fósseis, ovos e pegadas desses animais do passado, além de meteoritos e fósseis vegetais e marinhos. O acervo apresenta atrações como o pterossauro *Anhanguera*, réptil voador que viveu há cerca de 110 milhões de

anos na Chapada do Araripe, no Nordeste. Um dos dinossauros mais antigos também pode ser apreciado pelo público: é o *Staurikosaurus pricei*, carnívoro com 2 m de comprimento. Descoberto em Santa Maria (RS) na década de 1940, ele viveu há cerca de 225 milhões de anos. Entre os meteoritos, destaca-se o Bendegó, encontrado em Monte Santo (BA) em 1784, que pesa mais de cinco toneladas.

FOTOS: BACHEL RUIZ ROMANO



Os dois dicinodontes, dinossauros herbívoros que viveram há 225 milhões de anos, foram encontrados na formação Santa Maria (RS)

O meteorito Bendegó, encontrado em Monte Santo (BA) em 1784, pesa mais de cinco toneladas



“É a primeira vez que o Brasil tem uma exposição desse nível. Os visitantes vão conhecer um acervo muito rico, exclusivamente brasileiro e o mais antigo do país”,

afirma o paleontólogo Alexander Kellner, coordenador da exposição.

Temas como a origem do universo, os períodos geológicos, o processo de fossilização e as teorias sobre a extinção dos dinossauros dão embasamento científico para o público. Para as crianças, a atração é procurar fósseis em uma caixa e aprender a identificá-los, conhecendo dessa maneira o trabalho do paleontólogo. Fora da área de exposição, estão sendo exibidos dois exemplares de dinossauros que podem ser tocados pelo público.

Aberta ao público no Museu Nacional (Quinta da Boa Vista, s/n, São Cristóvão) até 12 de setembro de 10h a 16h30, a mostra será exposta no Departamento Nacional de Produção Mineral (Av. Pasteur, 404/2º andar, Rio de Janeiro), co-responsável pelo projeto, após essa data. A entrada custa R\$ 3 e é franca para menores de 10 anos e maiores de 65. Quem quiser conferir a montagem dos fósseis pode acessar a *homepage* do Depto. de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional através do endereço <http://www.ufri.br/mnndgp/>.

Imagem de partículas durante o processo de produção de microcápsulas

Colônias de microrganismos do solo, tratado com atrazina



CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

BACTÉRIA COMBATE HERBICIDA

A Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (USP), de Ribeirão Preto, está desenvolvendo uma técnica que usa linhagens de bactérias isoladas de amostras do solo de Ribeirão Preto capazes de eliminar a atrazina, herbicida mais usado mundialmente na agricultura. Bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Alcaligenes* e *Agrobacterium* poderão ser utilizadas no tratamento de sítios contaminados com atrazina. Livrando o solo do herbicida, os pesquisadores pretendem evitar a contaminação das águas subterrâneas – Ribeirão Preto está localizada em uma área de recarga do aquífero Botucatu (também conhecido como aquífero Guarani), um dos maio-

res reservatórios de água doce subterrânea do mundo.

Analizando amostras do solo na área rural de Ribeirão Preto, os pesquisadores selecionaram as bactérias que naturalmente fazem a biodegradação da atrazina. Como já foram obtidos resultados positivos em testes laboratoriais, a pesquisa entrará agora em seu último estágio, de testes no campo. O grupo do pesquisador Newton L. Pereira está preparando microcápsulas para acondicionar bactérias, permitindo uma ação eficiente com uma sobrevivência maior e uma lenta liberação no solo.

Julieta Ueta, pesquisadora da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP, afirma que sua equipe sempre se preocupou em de-

envolver um produto que não causasse danos ao ambiente. As bactérias foram coletadas na própria região e não sofreram nenhum tipo de engenharia genética. Como foram selecionadas bactérias especializadas na digestão de herbicidas, elas morrem depois de descontaminar o solo. “É como um medicamento eliminado do corpo depois de agir no organismo”, diz Julieta.

A pesquisa deve ser concluída entre dois e cinco anos. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) participou inicialmente com um mapeamento de risco. O estudo é parte de um projeto que estuda o uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Botucatu e seu impacto sobre ele.



FOTOS: CÉDROS POR JULIETA UETA

MEDICINA

EPÔNIMOS EM CARDIOLOGIA

Sete brasileiros são citados entre os 100 cardiologistas que deram seus nomes às descobertas que fizeram e às técnicas que desenvolveram (epônimos). O levantamento das citações foi feito pelo cardiologista Max Grinberg, do Instituto do Coração, a partir da lista de 15 mil nomes, publicada no livro *Medical Eponyms*. Max Grinberg que também estudou aspectos da vida pessoal e profissional desses pesquisadores, pretende lançar um livro sobre o assunto.

Dos brasileiros citados, três são criadores de novas técnicas cirúrgicas que, hoje, levam seus nomes: Adib Jatene, Miguel Barbero-Marcial e Randa Vilela Batista. Os outros quatro da lista são: Radi Macruz, (índice eletrocardiográfico de Macruz), Astrogildo Machado e Cezar Guerreiro (reação Guerreiro-Machado) e Carlos Chagas (doença de Chagas). Jatene, Barbero-Marcial e Macruz são pesquisadores do InCor. Segundo Grinberg, o uso do nome próprio para designar uma descoberta ou nova técnica, além de ser uma honra para o profissional, atribui um caráter mais humano à medicina, amenizando a aridez da informação científica e até, de certa maneira, facilitando sua aceitação.



BIOTECNOLOGIA

CHEIRO NATURAL DE QUEIJO

O Laboratório de Bioaromas, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), desenvolveu por via biotecnológica o aroma natural de queijo. O objetivo é fornecer uma alternativa aos aromas artificiais utilizados pela indústria alimentícia. Segundo a professora Gláucia Pastore, coordenadora da pesquisa, praticamente todos os aromas usados atualmente são obtidos por síntese química, que apresenta custo inferior ao uso do próprio alimento.

O uso de aditivos químicos, no entanto, pode causar toxidez no organismo e, dependendo da quantidade ingerida, provocar malefícios. Já o aroma natural, obtido a partir de um microrganismo produtor – fungo, bactéria ou levedura –, não apresenta esses riscos. O microrganismo do aroma do queijo vem sendo cultivado em gordura de leite. O aromatizante natural é produzido transformando-se a gordura do queijo em aroma e adicionando-a em biscoitos, arroz, iogurtes, massas, maioneses ou outros produtos. Testes com consumidores revelaram aceitação total do produto e manifestações de que o aroma chegava a ser “mais agradável do que o do próprio queijo”. Segundo Gláucia Pastore, isso se deve às metilcetonas, substâncias responsáveis pelo aroma característico do queijo roquefort. “O desafio agora – diz Gláucia – é fazer com que as empresas absorvam essa tecnologia.”



NOVA PROPOSTA PODE OTIMIZAR PRODUÇÃO DE HIDRELÉTRICAS



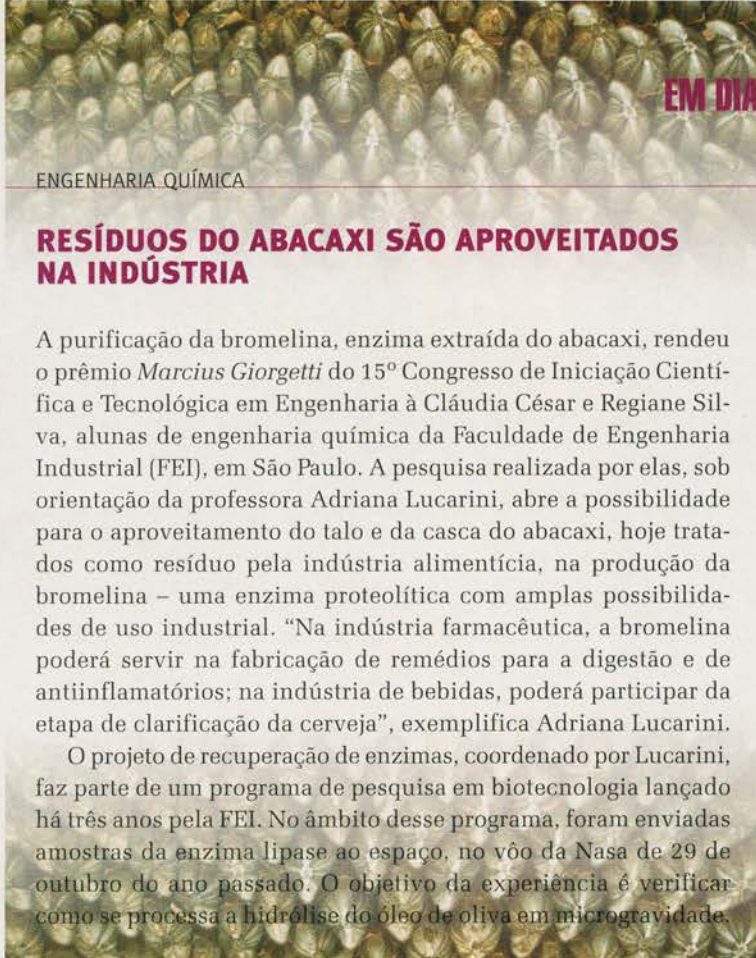
Por uma simples mudança de conceito na administração do sistema hidrelétrico do país, é possível aumentar a produção nacional de energia em 3%, o correspondente à produção média de 2 mil MW (megawatts), ou o consumo de 7,3 milhões de residências de classe média. A proposta, baseada em um estudo em andamento, é do professor Secundino Soares Filho, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que, desde seu doutorado, em 1978, vem se dedicando à pesquisa de formas alternativas de gerenciar recursos hídricos pela otimização da produção de hidrelétricas.

Soares Filho explica que mais de 95% da energia elétrica consumida no país vêm de usinas hidrelétricas, mas a forma com que elas funcionam não é a mais produtiva. A Eletrobras utiliza um sistema de regra de enchimento e esvaziamento dos reservatórios de forma simultânea que gera desperdício.

A equipe responsável pela pesquisa utilizou modelos de simulação com dados reais do sistema Eletrobras e descobriu que, a partir de uma mudança na regra dos reservatórios, a produção aumentaria em 3%. A nova proposta sugere um gerenciamento do fluxo dos rios e seus afluentes pelo enchimento e esvaziamento não simultâneo das usinas. As represas junto às cabeceiras seriam responsáveis pelo controle do fluxo de água de modo que as demais, situadas perto da foz, ficariam sempre cheias e produziram mais energia.

Quanto à implementação do novo conceito, surgem questões políticas. "Cada usina tem um dono e, funcionando de maneira diferenciada, a produção de cada uma delas também seria distinta. As usinas de cabeceira sairiam perdendo em benefício do todo. O governo deveria estudar um sistema de compensação", sugere Soares Filho.

RESÍDUOS DO ABACAXI SÃO APROVEITADOS NA INDÚSTRIA



A purificação da bromelina, enzima extraída do abacaxi, rendeu o prêmio *Marcus Giorgetti* do 15º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia à Cláudia César e Regiane Silva, alunas de engenharia química da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI), em São Paulo. A pesquisa realizada por elas, sob orientação da professora Adriana Lucarini, abre a possibilidade para o aproveitamento do talo e da casca do abacaxi, hoje tratados como resíduo pela indústria alimentícia, na produção da bromelina – uma enzima proteolítica com amplas possibilidades de uso industrial. "Na indústria farmacêutica, a bromelina poderá servir na fabricação de remédios para a digestão e de anti-inflamatórios; na indústria de bebidas, poderá participar da etapa de clarificação da cerveja", exemplifica Adriana Lucarini.

O projeto de recuperação de enzimas, coordenado por Lucarini, faz parte de um programa de pesquisa em biotecnologia lançado há três anos pela FEI. No âmbito desse programa, foram enviadas amostras da enzima lipase ao espaço, no voo da Nasa de 29 de outubro do ano passado. O objetivo da experiência é verificar como se processa a hidrólise do óleo de oliva em microgravidade.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA

HISTÓRIA DO CNPq PRONTA PARA CONSULTA

Toda a história do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) já pode ser consultada e estudada por qualquer pessoa. Foi lançado em abril, na sede do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), no Rio de Janeiro, o *Inventário Sumário do Arquivo do CNPq*, elaborado pelo próprio MAST. O trabalho, que começou em julho de 1995 e acabou em fevereiro de 1998, reúne 40.662 documentos relativos à formulação e ao gerenciamento da política científica, de programas e institutos de pesquisa, além dos números de bolsas e auxílios concedidos pelo CNPq. São mais de mil fotos e 38 mil documentos textuais catalogados, além de outros datados de 1934 – 17 anos antes da fundação do Conselho – até 1986. Faz parte do *Inventário Sumário* um CD-Rom, que conta um pouco da história do CNPq e de seu primeiro presidente, o contra-almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva, e traz algumas fotos do acervo do MAST.

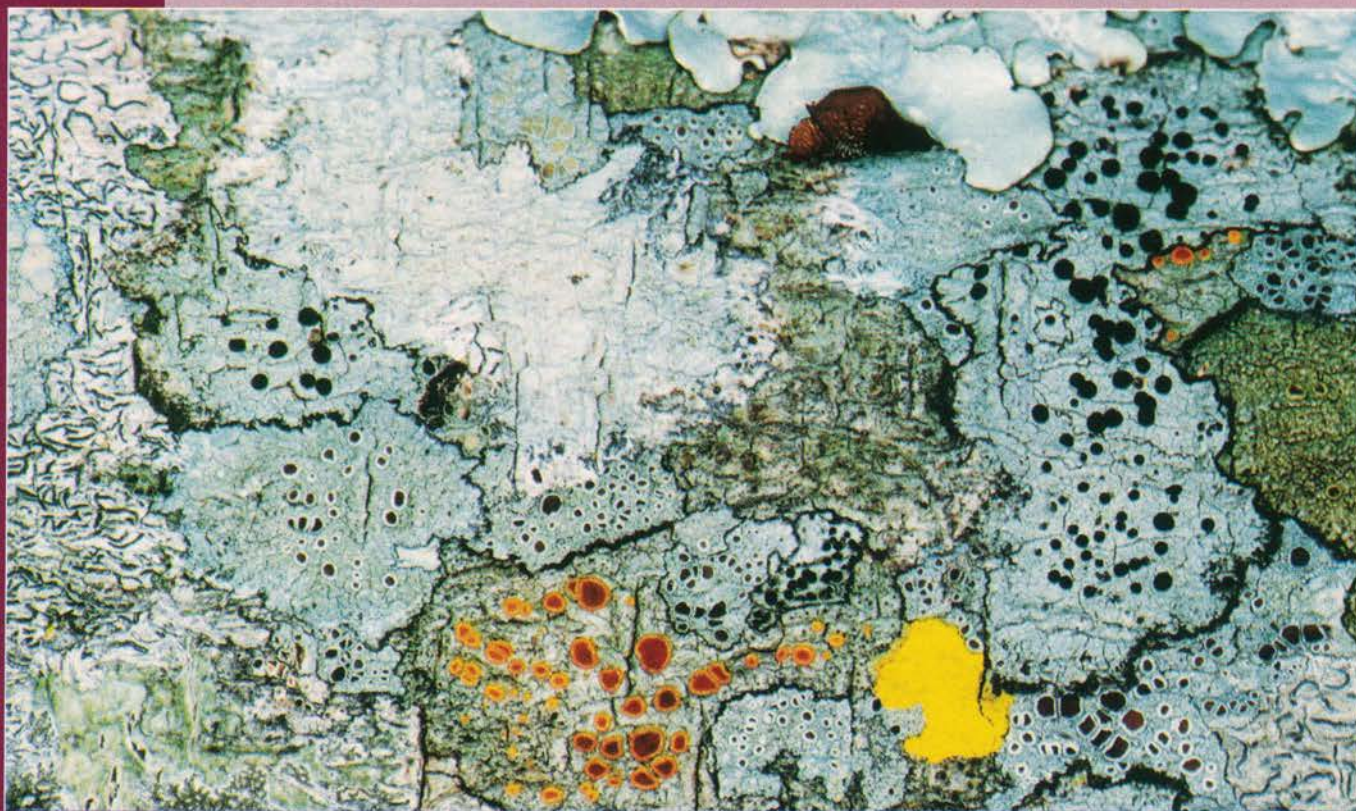


CONCURSO Cinco pesquisadores fotógrafos foram contemplados com uma assinatura anual da revista no Concurso

E os vencedores são...

O corpo editorial da *CH* acaba de selecionar os cinco vencedores do 1º Concurso Em Foco/*Ciência Hoje* de Fotografias, que serão premiados com uma assinatura anual da revista. Dada a excelente qualidade dos trabalhos apresentados, o júri decidiu conceder uma menção honrosa para outras três fotografias. O objetivo do concurso, de estimular pesquisadores e fotógrafos amadores a divulgarem suas imagens científicas, foi plenamente atingido. Os cinco trabalhos vencedores

serão publicados em diferentes edições da revista, acompanhados dos textos-legenda que descrevem as pesquisas que os originaram. Neste número, publicamos uma das imagens selecionadas, juntamente com as três contempladas com menções honrosas. Agradecemos a todos os que participaram do concurso e avisamos àqueles que não puderam enviar seus trabalhos: *Ciência Hoje* está programando um segundo concurso de fotografias científicas para o ano que vem.

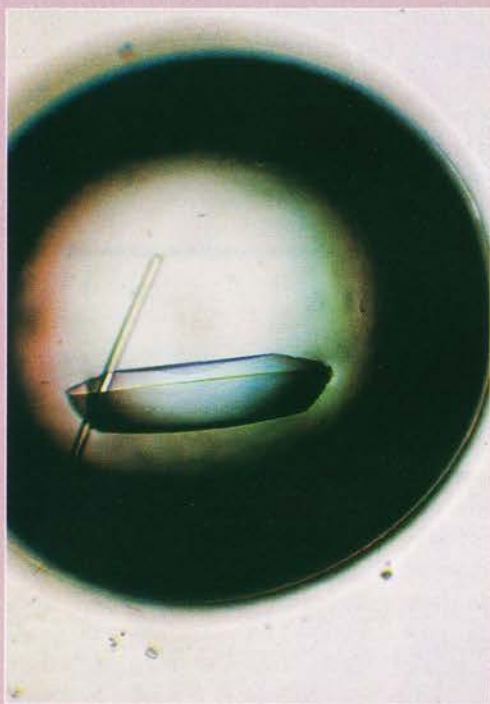


COMUNIDADES LIQUÊNICAS SOBRE TRONCO

O grupo de pesquisa do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul vem se dedicando, desde maio de 1989, ao estudo químico de líquens, elegendo a região de Piraputanga, em Aquidauana (MS), onde predominam as rochas areníticas, para a coleta de material. Conjuntos de líquens são encontrados com frequência ocupando quase toda a superfície do substrato colonizado; no caso da foto, troncos. Desde o início do projeto foram realizadas de três a quatro coletas por ano, com duração em torno de nove horas cada. O grupo conseguiu identificar cerca de 130 espécies entre as 300 amostras coletadas.

Paulo Robson de Souza (Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Confira os ganhadores: **Paulo Robson de Souza** (Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul), **Eneida Eskinasi Sant'Anna** (Departamento de Ecologia Geral, Universidade de São Paulo), **Larissa Rosa de Oliveira** (Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), **Wladimir Jimenez Alonso** (Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo) e **Paulo Schor** (Departamento de Oftalmologia, Universidade Federal de São Paulo). Publicamos abaixo as fotos contempladas com menções honrosas.



CRISTALOGRAFIA DE PROTEÍNAS

A cristalografia é uma das mais poderosas ferramentas moleculares, que permite investigar a estrutura tridimensional de macromoléculas biológicas através da técnica de difração de raios X em monocristais. A foto mostra os cristais das proteínas álcool desidrogenases (ADHs), essenciais para o metabolismo de organismos.

Leandra Watanabe
(IBILCE, Universidade Estadual Paulista/São José do Rio Preto)



IMITAÇÃO NA NATUREZA

A mosca *Syrphidae* é possivelmente um mimico batesiano de uma vespa *Vespidae* na Mata Atlântica, em Piraquara (PR). O mimetismo batesiano é um fenômeno de semelhança morfológica e comportamental entre indivíduos de espécies diferentes. Ambas as espécies (imitada e imitadora) devem ser confundidas e evitadas pelos seus predadores. Rara no local, a mosca imita de forma surpreendente alguns atributos de seu modelo: o abdômen com pecíolo, a antena geniculada, as dobras e a pigmentação das asas. Além disso, curva o abdômen como se fosse uma vespa tentando ferroar, voa lentamente e tem o mesmo tamanho e cor de seu modelo. A diferença é que a vespa modelo tem ferrão e a mosca, não.

Rodrigo Filipak Torres
(Mestrando no Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná)

GRAZINA COM OVO PRONTA PARA O CHOCO

A espécie *Gygis alba* põe um ovo sobre a rocha nua dos paredões rochosos da Ilha da Trindade (ES). Tanto o casal de grazinas como o filhote (após a eclosão do ovo) foram anilhados para estudo. Trata-se da primeira campanha de anilhamento realizada na Ilha da Trindade entre dezembro de 1998 a fevereiro de 1999. Os dados obtidos vão contribuir para conhecer melhor o ecossistema da região.

Francisco Pedro da Fonseca Neto
(Parque Zoológico Getúlio Vargas, Salvador/BA)





Alberto W. Setzer

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Até onde vai a devastação da Amazônia?

O desmatamento na Amazônia e as emissões de poluentes decorrentes das queimadas na região atingem proporções muito maiores do que as divulgadas oficialmente. Os números do desmatamento baseiam-se em imagens de satélites que só permitem perceber a retirada total das árvores, não distinguindo áreas em que a floresta foi alterada, apesar do grande dano ecológico. E os dados sobre as emissões das queimadas não levam em consideração poluentes como o material particulado em suspensão e oxidantes fotoquímicos como o ozônio.

Dois aspectos bastante conhecidos da degradação ambiental da Amazônia vêm sendo apresentados hoje – repetindo o que acontecia no passado – de modo distorcido, que minimiza sua real dimensão: o desmatamento e as emissões para a atmosfera provocadas pelas queimadas.

No caso do desmatamento, as estimativas partem da interpretação visual de imagens geradas pelos satélites Landsat. O último levantamento oficial, baseado em trabalho coordenado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), indicou que 532 mil km² na Amazônia Legal Brasileira haviam sido desmatados até agosto de 1997. Só em 1995 a derrubada, segundo os dados oficiais, chegou a 29 mil km², um pico que não

ocorria possivelmente desde o final dos anos 80.

Os cálculos baseados em imagens de satélites, porém, têm várias limitações, não mencionadas nos relatórios. Além da resolução reduzida (1 mm, na imagem, representa 250 m na mata), a interpretação direta, sem o auxílio de pesquisas de campo, só considera duas possibilidades: floresta virgem ou desmatamento. Isso significa que apenas áreas em que houve corte total das árvores, em geral seguido de queimada, são tidas como desmatadas. Assim, muitas alterações significativas na floresta, como as causadas pelo desmatamento seletivo e pelo fogo rasteiro, não são visíveis nas fotografias dos satélites.

Estudos recentes do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, em áreas de grande atividade de madeiras, indicaram que o desmatamento seletivo, em que apenas madeiras de valor comercial são retiradas, em geral não é detectável nas imagens. Ainda que limitadas a pequenas áreas, tais pesquisas mostram que, se o desmatamento seletivo for incluído na estimativa, a suposta área de floresta virgem indicada pelos satélites é reduzida em cerca de 60% nas imagens dessas áreas.

O fogo rasteiro ocorre em anos extremamente secos, quando as chamas das queimadas entram na floresta nativa e destroem o substrato inferior (folhas secas e arbustos), sem atingir as copas das árvores. Em muitos casos, as frentes

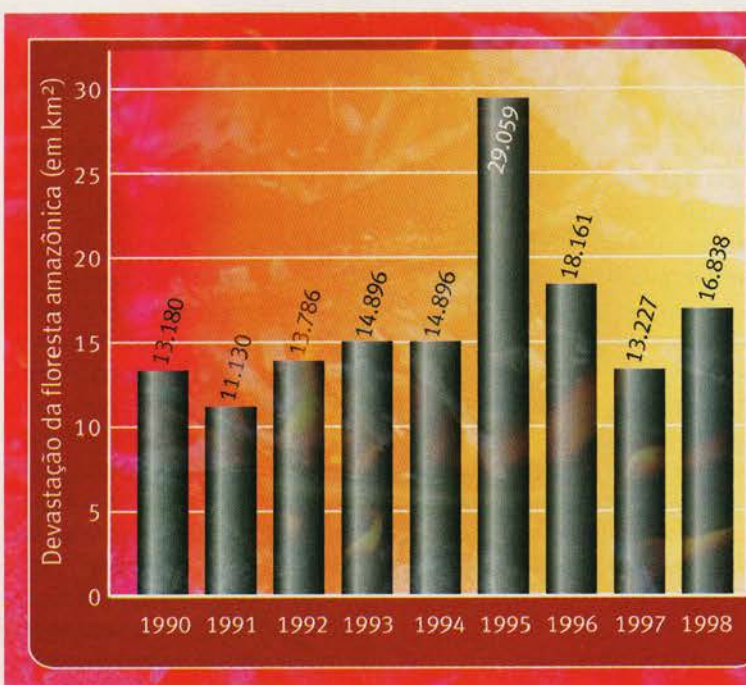
de fogo têm dezenas de quilômetros e avançam sem controle durante dias. Como não é atingido o dossel, as áreas afetadas continuam a ser vistas como floresta virgem nas análises de desmatamento. Em 1997 isso ocorreu no sul da Amazônia, e em março de 1998 em Roraima, em episódio acompanhado pela imprensa mundial.

Essa distorção nos dados pode ser confirmada pela comparação de imagens do Landsat com mapas de queimadas produzidos a partir de imagens noturnas de outro tipo de satélite (NOAA), também captadas pelo Inpe. Em 1997, tais mapas registraram focos de incêndio em extensas áreas tidas como de floresta virgem nas imagens do Landsat.

Do ponto de vista biológico, a retirada de muitas árvores (danificando outras) e o fogo rasteiro modificam a característica original da floresta. Isso significa que o desmatamento oficial brasileiro – estimado pelo corte raso detectado nas imagens – representa apenas uma parcela da alteração e dano às florestas. Mais grave ainda, essa parcela pode ser apenas uma pequena fração do impacto total.

Além disso, os números do desmatamento na Amazônia deixaram de fora o ecossistema mais devastado da região, o cerrado, que cobria mais de um milhão de quilômetros quadrados. As análises das imagens adotaram a premissa absurda de que a remoção dessa vegetação não constituía desmatamento. O problema teria outra dimensão se os cerrados fossem considerados, mas haveria consequências incômodas para setores econômicos e políticos.

No caso das emissões das queimadas, todos parecem preocupados apenas com o carbono liberado, em particular como dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4), e sua relação com as mudanças



Muitas alterações significativas na floresta, como as causadas pelo desmatamento seletivo e pelo fogo rasteiro, não são visíveis nas fotografias dos satélites

climáticas globais. Em termos regionais e locais, porém, os problemas são muito mais imediatos e envolvem também outros poluentes. Estudos sobre o material particulado e os oxidantes fotoquímicos (como o ozônio) emitidos nas queimadas indicam níveis acima dos permitidos pelas leis nacionais e dos recomendados pelos padrões internacionais de saúde.

O fechamento constante de aeroportos amazônicos e o aumento de doenças pulmonares e cardíacas nos hospitais da região confirmam que as preocupações em relação às emissões das queimadas deveriam ser outras. No caso do ozônio, os níveis constatados são nocivos até para a vegetação, o que certamente reduz a produtividade agrícola regional. Cálculos simples mostram que, levando em conta a extensão das queimadas, as perdas de nutrientes essenciais, como potássio e fósforo, são colossais. A matéria orgânica, essencial para a fertilidade dos solos, é também obviamente perdida de maneira irreparável.

Ao penetrar na própria floresta

virgem, que se estende por milhões de quilômetros quadrados, a fumaça carrega nutrientes e elementos tóxicos e aumenta os níveis de oxidação: os efeitos dessas mudanças do balanço químico nas espécies vegetais e nos organismos mais delicados ainda não foram avaliados.

Quando se fala sobre a distorção dos problemas ambientais da Amazônia, é necessário abordar também a posição assumida pelas comunidades técnicas e científicas nacionais. Salvo raríssimas exceções individuais, estas endossam ou mesmo criam a noção falsa das dimensões do desmatamento e das emissões.

Existe evidência científica, publicada em revistas conceituadas e produzida por pesquisadores nacionais e estrangeiros, em quantidade e qualidade suficiente para derrubar os números oficiais do desmatamento e dos efeitos das queimadas. Na mesma linha de raciocínio, não há dúvida sobre as perdas de recursos naturais e financeiros do país decorrentes das transformações e ▶

do uso inadequado dos solos amazônicos, em geral pobres. Mesmo sem formação técnica, apenas com algum bom senso, percebe-se o descabimento.

No final dos anos 80, a posição oficial do país era a de negar desmatamentos ou queimadas em níveis significativos. A devastação da Amazônia, como tentavam difundir representantes oficiais da nação, seria da ordem de 5%. Fotos de satélite com queimadas e fumaça eram apontadas por empresários como montagens falsas, produzidas como parte de um plano internacional apoiado pelo comunismo para impedir o crescimento do país.

Com o tempo, o percentual de desmatamento reconhecido dobrou, e até a Força Aérea brasileira foi ativada, com sucesso, para combater as queimadas. Na metade dos anos 90, a posição oficial

dizia que o desmatamento e as queimadas estavam sob controle, no seu nível mínimo em décadas. As imagens dos satélites mostrando queimadas foram novamente desqualificadas, mas no começo de 1998 admitiu-se que em 1995 a devastação foi uma das maiores da história: quase 30 mil km². Do mesmo modo, a distorção dos problemas reais constatada hoje será derrubada com o tempo, pois contraria as evidências.

Em todas as áreas do conhecimento, porém, nota-se um silêncio consciente sobre essa situação, que se sabe errada e prejudicial ao país. Tal silêncio permite e incentiva a atuação de políticos e administradores que promovem a degradação de nossas riquezas. Ao gerar dados e políticas distorcidos ou omitir-se diante dos fatos, agrônomos, biólogos, botânicos, meteorologistas, pedólogos,

químicos, físicos, médicos e especialistas em sensoriamento remoto, entre outros profissionais ligados ao problema, tornam-se coniventes com essa degradação.

Cabe, nesse ponto, questionar por que a intelectualidade brasileira continua a se associar ao lado negro da história, atuando como parceira voluntária de uma devastação, destruição e pilhagem sem precedentes. Muitos ligam-se a projetos oficiais para a Amazônia, como no caso das estimativas de desmatamento. Outros desenvolvem estudos sem qualquer aplicabilidade ou sentido científico, mas que satisfazem organismos financiadores nacionais e estrangeiros, e a grande maioria prefere nem se preocupar com a questão, evitando confronto com planos, políticas e decisões governamentais, algumas das quais confidenciais.



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 Coroadó 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 Otoni, 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** (Adaauto José Gonçalves de Araújo). Rua Leopoldo Bulhões, 1.480 - 3º andar, Manguinhos. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel.: (021) 590.3789 - r. 2.087. adaauto@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.ufrn.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, Jaboticabal/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. cdbrito@unisantos.com.br

ECOLOGIA Espécie nativa do sul da Bahia, a caçarema pode ser utilizada para controle biológico

Formiga ataca pragas do cacau

A cultura do cacau na Bahia vive uma situação crítica desde que os preços do produto caíram no mercado mundial. Reduzir os custos de produção ajudaria a recuperar essa cultura, e uma das formas de fazer isso é o controle de pragas, utilizando predadores naturais. Um candidato a esse papel é a formiga-caçarema, que vive nos cacaueiros e se alimenta de insetos que prejudicam a planta.

Por **Maria Alice de Medeiros**, da Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária, **Harold Fowler**, da Universidade Estadual Paulista (Rio Claro), e **Jacques H. C. Delabie**, do Centro de Pesquisas da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e da Universidade Estadual de Santa Cruz, em Ilhéus (BA).



FOTO DE ASHA RAM

As formigas são abundantes em culturas tropicais. Nas plantações de cacau do sul da Bahia, é bastante comum a espécie arborícola *Azteca chatifex spiriti*, conhecida como caçarema. Essa formiga forma grandes colônias, que têm um ninho principal e um ou mais secundários (figura 1). É tida como praga do cacaueiro, por viver associada a insetos que sugam a seiva da planta, e por ajudar a espalhar a podridão-parda, doença que destrói o fruto. Alguns fazendeiros, no entanto, consideram a espécie benéfica, por ser predadora de outras pragas da planta.

Nativo das florestas da Amazônia e América Central, o cacaueiro (*Theobroma cocoa*) foi introduzido no sul da Bahia no século 18. Por muito tempo o cacau foi o segundo produto mais importante na lista das exportações brasileiras, atrás apenas do café, mas a queda dos preços internacionais, entre 1986 e 1992, provocou uma crise na lavoura, com redução de mão-de-obra e do uso de fertilizantes e agrotóxicos.

Para complicar a situação, o fungo *Crinipellis pernicioso*, originário da Amazônia e causador da doença conhecida como vassoura-de-bruxa, chegou

por acidente aos cacauais baianos em 1989. Apesar das tentativas de erradicação feitas pela Ceplac e das pesquisas feitas desde então, ainda não há controle químico eficaz contra a doença e a seleção de variedades híbridas resistentes está no início. A situação da lavoura cacaueira baiana é tão grave que já se discute a adoção de alternativas agrícolas, colocando em risco a conservação de manchas remanescentes de mata nativa da região.

A Mata Atlântica, que ocupava 1,13 milhão de km², está reduzida a 90 mil km² (menos de 8% da área original), segundo dados oficiais. O sul da Bahia retém cerca de 12 mil km² de mata nativa, mas a derrubada vem aumentando. Estudo de Keith Alger e Marcellus Caldas (ver 'Cacau na Bahia: decadência e ameaça à Mata Atlântica', em CH nº 117), diz que a causa principal da destruição não é mais o plantio de cacau ou a formação de pastos, e sim o comércio da madeira. Apesar dos debates, ainda não compensa substituir o cacau por outras culturas ou gado. A melhor maneira de preservar a mata restante e ao mesmo tempo assegurar a renda dos agricultores é tornar sustentável a produção cacaueira. ▶

Figura 1. As colônias da formiga-caçarema (*Azteca chatifex*) constroem seus ninhos peculiares nas árvores, como nesses cacaueiros

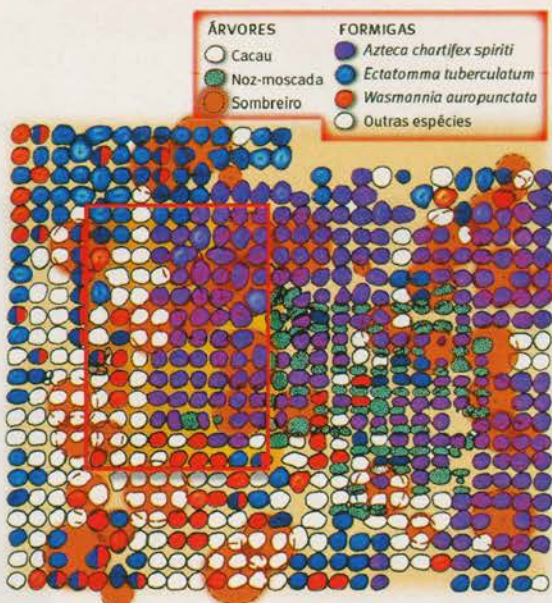
Figura 2.
Distribuição
de formigas
arborícolas em
uma plantação
de cacau

O papel das formigas predadoras

Uma alternativa viável para a região cacaueira é a redução dos custos de produção e a melhoria da qualidade dos frutos através do controle integrado de pragas e doenças. Em geral, esse controle é feito com o uso de produtos químicos, o que encarece a produção. Por causa do custo, às vezes não há combate às pragas, o que pode reduzir a produtividade e a qualidade. No entanto, como o cacaueiro frutifica o ano inteiro, permitindo maior estabilidade que os cultivos com apenas uma safra anual, é possível utilizar elementos da fauna, como as formigas, para reduzir o ataque das pragas e reduzir custos.

Na lavoura do cacau é tradicionalmente usado o sistema de 'cabruca', em que parte das árvores nativas da Mata Atlântica é conservada para fornecer sombra aos cacaueiros. Do ponto de vista ecológico, essa prática ajuda a conservar parte da flora e fauna nativas, tem menor impacto sobre o clima e o ciclo hidrológico e ao mesmo tempo viabiliza a produção do cacau na região. A diversidade de aves e mamíferos em 'cabruca' é menor que na mata primária, mas é maior que nas áreas onde o cacau é plantado sob bananeiras ou árvores exóticas, após total desmatamento. A 'cabruca' pode funcionar como um habitat para espécies animais ameaçadas de extinção quando em contato com grandes áreas de mata nativa, e pode ainda servir de refúgio para insetos benéficos, como predadores e parasitoides.

Embora as formigas sejam consideradas uma ameaça a ecossistemas agrícolas e florestais, várias espécies são grandes predadoras (alimentam-se de



comunicação química bastante eficiente.

O estudo do papel das formigas predadoras nos cacauais começou com o mapeamento das espécies presentes nas copas das árvores de uma área de 1 ha, que identificou 42 espécies (figura 2). Três delas, todas predadoras de pragas do cacau, destacaram-se pela abundância: *Azteca chartifex spiriti*, conhecida como caça-

rema, *Wasmannia auropunctata*, chamada de pixixica por ser muito pequena, e *Ectatomma tuberculatum*. A caçarema, mais abundante, mostrou-se capaz de excluir as outras duas do seu território. Mas essa competição não existe entre *W. auropunctata* e *E. tuberculatum*, por causa da diferença de tamanho: a primeira, com cerca de 1,5 mm de comprimento, é pequena demais para incomodar a segunda, que mede em torno de 8 mm, e vice-versa.

Com tamanho intermediário (cerca de 4 mm), a caçarema entra em confronto direto com espécies maiores e menores. Além disso, é a única das três que faz ninhos exclusivamente em árvores. A pixixica faz ninhos no solo ou na vegetação, enquanto *E. tuberculatum* só nidifica no solo, embora busque alimento nas árvores. Os ninhos arbóreos (um principal e vários secundários) permitem à caçarema defender com rapidez seu território, evitando a invasão dos cacaueiros por outras formigas.

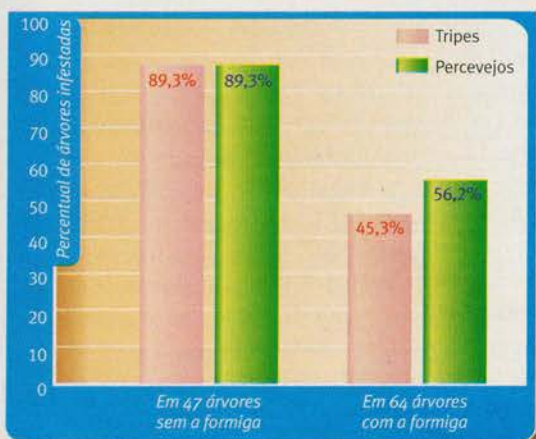
Outro motivo para a diferença de comportamento dessas três espécies está na organização social. A pixixica não tem colônias distintas e apresenta várias rainhas na população, o que torna sem sentido defender território. É uma espécie oportunista. Já as colônias de caçarema só têm uma rainha, e por isso precisam defender a colônia de ataques de formigas da mesma ou de outras espécies.

Para usar uma formiga como agente de controle biológico é preciso conhecer bem sua biologia. É importante, por exemplo, saber se a espécie permanece na área por longos períodos, o que foi avaliado por outro mapeamento, realizado um ano após o primeiro. O estudo mostrou que a caçarema expandiu seu território, em detrimento das outras duas. A que perdeu mais território foi a pixixica, o que já era esperado, em função de sua biologia e seus hábitos.

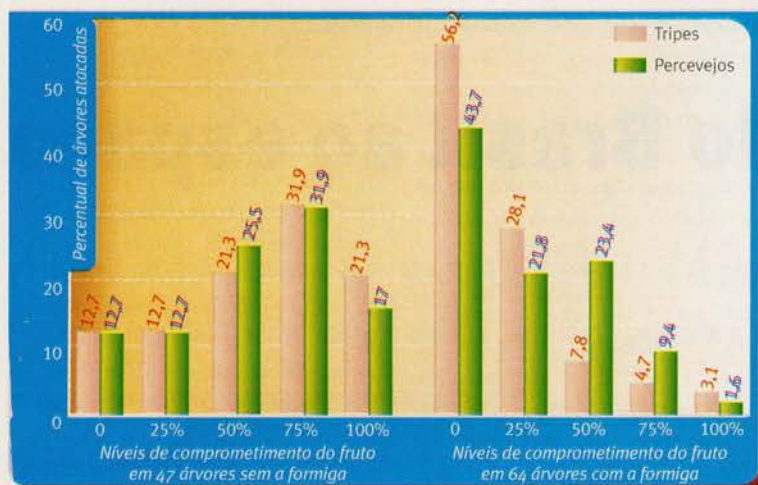
Inimiga natural das pragas do cacau

O impacto da caçarema nas plantações de cacau é uma questão polêmica. Por um lado, é considerada

Figura 3.
A incidência
de tripses e
percevejos (em
percentagem)
é muito maior
em cacaueiros
sem a formiga-
caçarema
do que em
cacaueiros
com a formiga



outros insetos) e podem ajudar a controlar pragas. Por viverem em sociedade e trabalharem de forma cooperativa, elas carregam mais alimento que outros predadores, mesmo quando a fonte desse alimento é abundante, pois recrutam rapidamente outros indivíduos para a tarefa, através de uma



uma praga, por sua associação com os homópteros (cochonilhas, por exemplo). Essa relação beneficia a ambos: as formigas protegem os homópteros de seus predadores (chegando a construir abrigos para eles) e, em troca, usufruem das substâncias açucaradas, ricas em carboidratos e outros nutrientes, excretadas por eles. Mas alguns fazendeiros acreditam que sua ação predatória conserva os frutos livres de insetos que também sugam a seiva, como tripes e percevejos.

O tripe *Selenothrips rubrocinctus*, que ataca o cacaueteiro na Bahia, vive em colônias na parte inferior das folhas ou na superfície dos frutos. O ataque aos frutos causa ferrugem, encobrindo o estado real de maturação e levando à colheita de frutos verdes, o que afeta a fermentação do cacau e altera sua qualidade. Alguns percevejos do gênero *Monalonion* são outra praga importante, com surtos ocasionais. Adultos e ninfas dos percevejos sugam a seiva de brotos e frutos novos, causando a necrose dos tecidos em torno do local da picada. Em ataques mais severos os brotos caem.

A relação da caçarema com os principais insetos-pragas do cacau foi avaliada através da comparação, em uma área com 111 cacaueteiros, do ataque de tripes e percevejos na presença e na ausência da formiga. A infestação foi maior, para as duas pragas, em áreas sem a caçarema (figura 3), e o número de frutos com danos também foi maior nas áreas em que a formiga estava ausente (figura 4).

Os resultados confirmam a crença dos fazendeiros: a caçarema é predadora das pragas do cacaueteiro, mantendo os frutos mais limpos e sadios (figura 5). Um detalhe relevante é que a espécie é nativa do sul da Bahia. Assim, seu uso como agente de controle biológico não exigiria a introdução, prática arriscada com formigas. Basta permitir e favorecer sua disseminação nas lavouras cacaueiras, ao contrário do que ocorreu nos anos 70, quando foi intensamente combatida com inseticidas.

Para avaliar a capacidade predatória da caçarema, foi feito um experimento adicional, utilizando iscas (cupins do gênero *Nasutitermes*) e envolvendo uma colônia relativamente isolada de outras da mesma espécie. A população da colônia, que ocupava seis cacaueteiros, era mais densa junto ao ninho principal e diminuía à medida que aumentava a distância desse ninho. Uma sétima árvore, fora do território da colônia, foi usada como testemunha. O experimento foi repetido para três ta-

manhos de cupins, variando de 0,5 a 1 cm.

Em cada cacaueteiro foram depositadas 10 iscas, e a cada minuto registrou-se o número de iscas removidas. Todas as iscas (exceto da testemunha) foram removidas rapidamente, mesmo nas árvores distantes do ninho principal. O tempo máximo de remoção completa (25 minutos) deixou claro que a caçarema age como um predador efetivo, mesmo no caso de iscas maiores ou situadas mais longe do ninho, quando a formiga recruta outras operárias para ajudar, já que é preciso cortar os cupins em pedaços menores ou reunir grupos de carregadores para levar a presa inteira.

O uso de formigas nativas no controle de pragas do cacaueteiro pode reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade dos frutos e, portanto, das amêndoas. Por sua estabilidade, abundância e ação predatória, a formiga-caçarema é forte candidata a agente de manejo integrado de pragas dessa cultura. Além dessas vantagens, a caçarema não ferre o homem como as outras duas espécies predadoras comuns nos cacaueis, facilitando a manipulação e transporte dos ninhos arbóreos para áreas onde a formiga esteja ausente, o que pode ser feito sem grandes investimentos.

Pequenas melhorias e economias podem reverter a situação da cacaucultura, reduzindo o ritmo de derrubada da Mata Atlântica. O desmatamento também provoca o desaparecimento das formigas arborícolas, que podem prestar excelentes serviços ao homem. Nos últimos anos, o Centro de Pesquisas do Cacau, da Ceplac, ampliou muito o conhecimento sobre as formigas do sul da Bahia. Mas ainda pouco foi feito para identificar e avaliar outros predadores e parasitoides associados ao cacaueteiro. Com a escassez de estudos e o desmatamento crescente, muitas dessas espécies, potencialmente úteis, podem desaparecer antes de serem conhecidas.

Figura 4. A intensidade de ataque a frutos por tripes e percevejos (em percentagem) também é maior nos cacaueteiros em que a formiga-caçarema está ausente



Figura 5. Fruto sem danos, com abrigo de homópteros no pedúnculo construído pela formiga-caçarema (no alto), e fruto com ataque intenso, com a maior parte da superfície danificada por tripes e percevejos

TECNOLOGIA ESPACIAL País já realiza experimentos em órbita e busca ampliar sua participação na atividade

O acesso do Brasil ao espaço



A realização de pesquisas científicas e tecnológicas em órbita da Terra, para aproveitar a gravidade reduzida, era até recentemente privilégio de poucas nações. Tal quadro, porém, está mudando, com a entrada de outros países – entre eles o Brasil – nessa nova ‘corrida espacial’, atraídos pelo potencial dos ‘laboratórios’ orbitais, que podem, além de gerar conhecimento, ajudar a produzir desde medicamentos mais eficazes até novos materiais, com múltiplas aplicações.

Por **Otávio Luiz Bogossian**, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

FOTOS CEDIDAS PELO INPE

Figura 1. O primeiro satélite construído no Brasil – SCD-1 – foi lançado ao espaço em 1993

A tecnologia necessária para construir satélites, ou foguetes capazes de colocar satélites em órbita, e para a realização de experiências avançadas no espaço já não é um mistério para o Brasil. Sem contar os satélites de comunicação encomendados a empresas de outros países (e construídos com o acompanhamento e a colaboração de engenheiros brasileiros), a presença do país no espaço começou em 1993, com o lançamento do primeiro satélite nacional (figura 1).

O segundo, bastante semelhante, foi posto em órbita em 1998, e até o fim deste ano devem seguir o mesmo caminho outros três: o CBERS-1, o SACI-1 e o SACI-2. O Brasil também está testando seu próprio foguete lançador de satélites (figura 2) e participa da construção da Estação Espacial Internacional (ISS).

Além disso, o país desenvolve diversos outros projetos de pesquisa envolvendo tecnologia espacial. Destacam-se o SCD-3 (de coleta de dados meteorológicos), o SSR (de sensoriamento remoto, por satélite, para monitorar queimadas e enchentes na Amazônia), o FBM (de pesquisa da ionosfera e de tempestades solares) e a validação de componentes de satélites. E ainda está embarcando alguns experimentos no ônibus espacial norte-americano.

O espaço e seus benefícios

Uma missão espacial tem muitas aplicações científicas e tecnológicas. Algumas estão ligadas à am-

pliação do conhecimento, como a pesquisa de galáxias e estrelas (incluindo o Sol) e de fenômenos do espaço exterior (gravitação, magnetosfera, plasma, cinturões de radiação e outros) ou da própria Terra (sensoriamento remoto, relâmpagos em altas altitudes, detecção de terremotos e outros). Outras têm objetivos práticos mais imediatos, como testes de componentes de veículos espaciais, produção de novos materiais (cristais, ligas, semicondutores e outros) e estudo de proteínas.

O principal fator que torna atrativo processar materiais e estudar proteínas no espaço é a microgravidade, ou seja, a redução da aceleração gravitacional-padrão ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$, na superfície terrestre). Essa condição, a gravidade reduzida, afeta de modo profundo o comportamento dos materiais, beneficiando certos processos e permitindo experimentos impossíveis sob a gravidade normal.

No caso dos fluidos, a pressão hidrostática e a flutuabilidade são eliminadas, o que evita a separação de partículas e permite uma suspensão estável. Em condições de microgravidade também desaparecem efeitos dinâmicos como a convecção natural, permitindo rígido controle do transporte de massa e de calor dentro de um material. Tais mudanças permitem criar materiais novos ou melhorar os existentes e viabilizam novos processos de fabricação.

É possível realizar experimentos com microgravidade na Terra, dependendo-dos requisitos do pro-

cesso (principalmente a duração), mas outros só podem ser feitos no ambiente espacial. Entre os clientes potenciais das pesquisas em gravidade reduzida estão a indústria farmacêutica ligada à biotecnologia (com aplicações em cristalização de proteínas, purificação de substâncias e muitas outras) e as indústrias de materiais especiais, como semicondutores, lentes e outros.

Quando se fala em ambiente de microgravidade no espaço, é comum associá-lo ao afastamento entre a Terra e a plataforma de pesquisa (satélite, estação espacial ou outro). Mas a redução da atração gravitacional terrestre em função da distância a que ficam esses objetos é mínima: eles teriam que estar 17 vezes mais distantes que a Lua para que a gravidade fosse reduzida a um milionésimo (10^{-6} g) do valor-padrão.

Como essas plataformas situam-se entre 200 e 500 km de altitude, a explicação para a baixa gravidade obtida não está ligada à distância, mas com as forças em contato físico com o objeto em questão. Qualquer objeto que caia em direção à Terra com aceleração igual à da gravidade (em queda livre, sem outro tipo de aceleração ou desaceleração), experimenta condições de microgravidade ou, em outras palavras, ausência de peso. Quando um elevador acelera para subir, um passageiro sente que seu corpo pressiona o assoalho para baixo com mais força, e quando o elevador desce a pressão no piso é menor (se ele estiver sobre uma balança de mola, esta registrará essas variações de peso). Caso o cabo fosse cortado, o elevador entraria em queda livre e nenhuma força seria exercida entre o passageiro e o assoalho (e a balança indicaria peso nulo).

Um satélite só entra em órbita, após ser transportado à sua altitude definitiva, se receber um impulso – uma velocidade inicial mínima, não alinhada com a aceleração da gravidade – que o faça girar ao redor da Terra. Isso (a aceleração centrífuga) compensará a gravitacional e o satélite não só ficará em órbita como experimentará a ausência de gravidade, e qualquer objeto em seu interior terá peso nulo, como alguém em um elevador em queda livre. Os únicos efeitos de gravidade decorrem de outros fatores, como os movimentos do satélite (em torno dos seus eixos) e dos tripulantes, a resistência da atmosfera e a pressão de radiação.

A utilização da baixa gravidade em estudos científicos e tecnológicos depende de diferentes requisitos,

como o nível de redução (de 10^{-2} g a 10^{-8} g), a duração do processo (de segundos a meses), a necessidade de recuperação da amostra (retorno obrigatório, se fabricação, ou observação e controle à distância, se experimento), a necessidade de manipulação e observação humana, a necessidade de limpeza magnética (o campo magnético gerado pelo veículo pode ou não afetar a aplicação) e a fragilidade da amostra (no caso de retorno).

O acesso à microgravidade

As instituições e empresas que pretendem realizar experimentos ou fabricar materiais em ambiente de microgravidade têm hoje diversas alternativas – cada uma com suas vantagens e restrições – de acesso a essa condição especial: na superfície e em vôos parabólicos suborbitais e orbitais.

A opção, na superfície, são os 'poços de microgravidade'. Existentes em alguns países, eles têm mecanismos que reduzem a resistência do ar (vácuo ou ventilação forçada), mas só conseguem microgravidade por pouco tempo (3 s em um poço de 50 m). No Marshall Space Center, da Nasa, há um poço de 100 m (com diâmetro de 25 cm) que permite microgravidade (até 10^{-6} g) por 4,6 s. As vantagens dos poços são a fácil recuperação da amostra e poucas limitações quanto ao volume e à massa dos experimentos 'embarcados'.

A microgravidade também é alcançada em vôos parabólicos com aviões, por até 30 s. Em um vôo com duração total de duas a três horas, os aviões podem executar até 40 parábolas com microgravidade entre 10^{-2} e 10^{-3} g. Esse meio permite recuperar a amostra e não tem grandes limitações de volume, massa ou potência elétrica, mas atinge níveis mais baixos de microgravidade. Vôos com aeronaves que não entram em órbita, como foguetes-sonda, também permitem microgravidade (até 10^{-4} g durante minutos). Nesse caso, tanto o nível de microgravidade quanto a duração dependem da altitude de início e fim das operações (ou seja, do nível de arrasto atmosférico) e há limitações significativas de volume, massa e potência.

Figura 2.
O Brasil já está testando seu próprio veículo lançador de satélites (VLS), que deverá ser usado para colocar futuros experimentos em órbita



Figura 3. O ônibus espacial norte-americano foi utilizado três vezes pelo Instituto de Física de São Carlos, da USP, para experimentos com proteínas



Figura 4. Os experimentos no ônibus espacial permitiram o desenvolvimento de cristais de proteínas, inclusive algumas envolvidas na doença de Chagas, que levaram os físicos de São Carlos a desvendar sua estrutura molecular (à direita, parte da estrutura da lectina)

No caso dos satélites, há duas opções: os recuperáveis e os não-recuperáveis. Os primeiros retornam à Terra após certo número de órbitas e atingem níveis altos de microgravidade: 10^{-5} g (com alterações para 10^{-3} g nos momentos em que o controle de posição atua, fazendo girar o satélite – tal força também atua sobre o experimento). Essa opção oferece maior tempo de experimentação que os vôos curtos e permitem recuperar as amostras, mas há limitações de volume, massa e potência.

Já os satélites não-recuperáveis têm como grande vantagem a vida útil, em geral superior a seis meses, o que permite experimentos de longa dura-

ção, mas como a amostra não é recuperada servem apenas para estudos que possam ser controlados e avaliados à distância. Têm também limitações de massa, volume e potência. Caso o apontamento do satélite seja garantido por meio de rotação (estabilização a rotação), a microgravidade pode chegar a 10^{-2} g. Se a estabilização é a três eixos (mantendo os três eixos do satélite com posição constante), a microgravidade chega a 10^{-6} g (com alterações para 10^{-4} g durante a atuação do controle). Se o controle depender do uso de bobinas de torque magnético, pode haver interferências magnéticas na amostra.

Outra alternativa é o ônibus espacial norte-americano, que leva ao espaço, com certa frequência, um laboratório científico ou experimentos isolados. Certos vôos têm duração de alguns dias com microgravidade de 10^{-6} g, mas tais níveis são afetados por movimentos da tripulação e pela posição da amostra em relação ao centro de massa do veículo. As limitações de massa, volume e potência são menores que nos satélites e a presença humana é vantajosa para certos tipos de experiência com retorno da amostra (figura 3).

A Estação Espacial Internacional, com entrada em operação prevista para 2002, permitirá aplicações de maior porte (volume, massa, potência e taxa de transmissão de dados ao solo), em muitos casos com a participação da tripulação. Como a presença humana aumenta as perturbações na microgravidade, é esperado um nível de 10^{-6} g, podendo haver picos maiores dependendo da posição dos experimentos em relação ao centro de massa, da direção de referência e da posição da tripulação.

Os projetos brasileiros

O Brasil desenvolve hoje alguns projetos próprios de acesso ao espaço, além de participar de iniciativas internacionais. Em todos os casos, os experi-

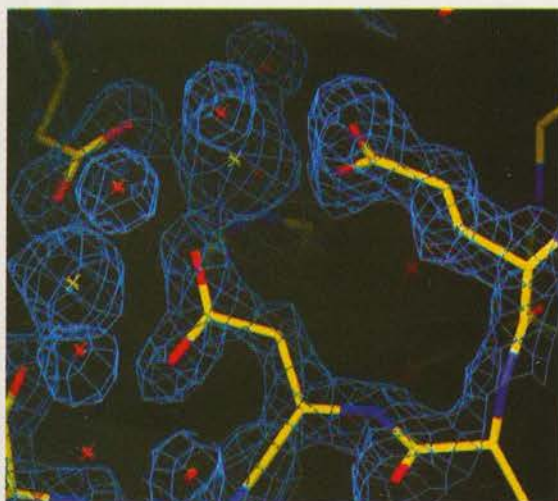
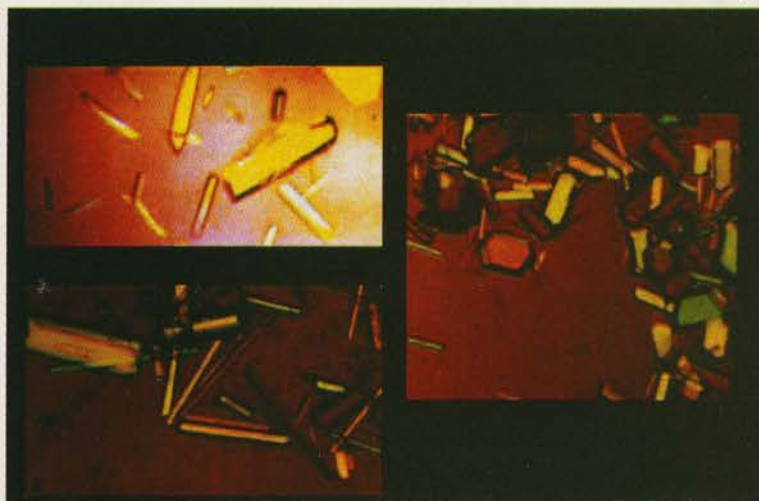


FOTO NASA

FOTOS CEDIAS PELO INFS/USP

FOTO NASA

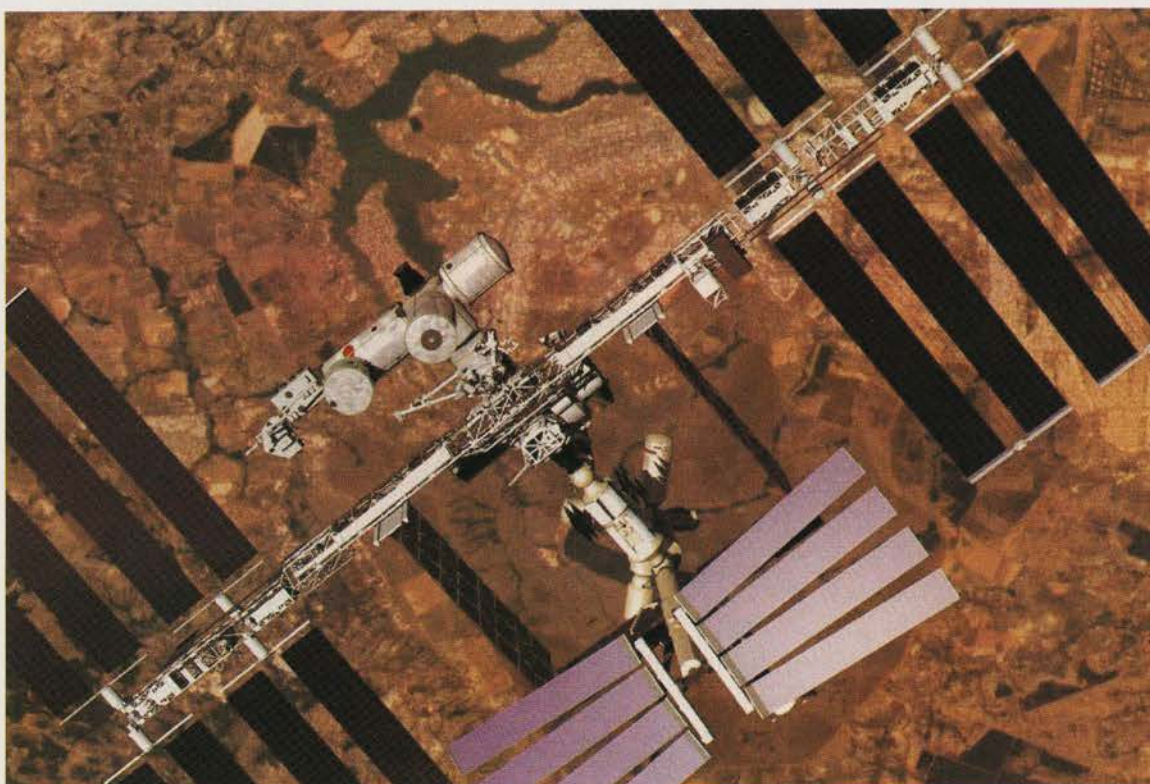


Figura 5.
O Brasil
participa do
desenvolvimento
da Estação
Espacial
Internacional
(na imagem,
a estação –
em fotomontagem
da Nasa –
sobre Brasília)

mentos colocados no espaço devem ser projetados de modo a suportar, sem falhas, as severas condições do processo de transporte e do próprio ambiente espacial.

A plataforma suborbital (PSO) recuperável, financiada pela Agência Espacial Brasileira, é um dos projetos nacionais. Essa plataforma será lançada por foguetes-sonda também brasileiros, terá massa da ordem de 120 kg, sendo 50 kg de carga útil, destinada aos experimentos, e atingirá microgravidade de 10^{-5} g durante 8 minutos. O primeiro lançamento está previsto para outubro deste ano.

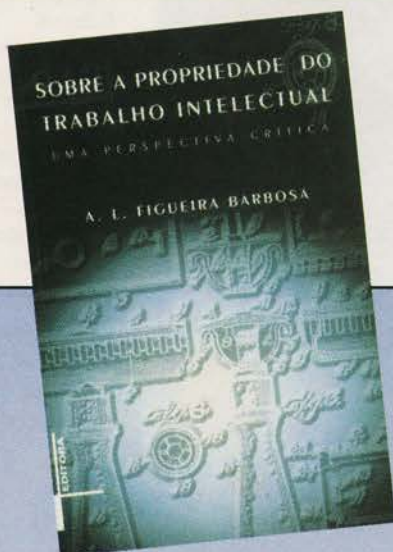
O país também desenvolve um satélite científico não-recuperável (série SACI), estabilizado por rotação, com massa total de 60 kg (e carga útil de 20 kg), dimensões de 60 x 40 x 40 cm e potência de 30 W (para os experimentos). Sua órbita, a 778 km de altitude, é sincronizada com o Sol. Nas duas primeiras missões, previstas para este ano, estudará fenômenos que circundam a Terra (plasma ionosférico e outros). O primeiro será lançado em setembro pelo foguete chinês *Longa Marcha*, mas no segundo já deverá ser usado o foguete brasileiro VLS.

Vem sendo projetado ainda, em conjunto com a França, um microssatélite não-recuperável, a ser lançado em 2001, com o foguete brasileiro. Terá órbita equatorial (6% de inclinação), estabilização a três eixos, massa total de 100 kg (35 kg de carga útil), dimensões de 80 x 60 x 60 cm e potência de até 30 W (na primeira missão).

Em 1997, o Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, usou três vezes o ônibus espacial norte-americano em estudos de desenvolvimento de cristais de proteínas. O objetivo foi desvendar a estrutura molecular de proteínas, o que pode facilitar a produção de remédios ou a compreensão de doenças (figura 4).

A Estação Espacial Internacional também tem a participação brasileira. Segundo o acordo entre as agências espaciais do Brasil (AEB) e dos Estados Unidos (Nasa), o INPE desenvolverá componentes da estação e poderá utilizá-la, a partir de 2002, na mesma proporção dos investimentos que fizer. Esse uso inclui o transporte de experimentos (no ônibus espacial), a disponibilidade de locais (internos e externos) com alimentação elétrica, meios de comunicação e apoio da tripulação (figura 5).

O grande potencial do espaço exterior e os benefícios que pode trazer justificam o esforço feito pelo país para ter os meios de acesso a ele. Os órgãos envolvidos, além de suas atividades diretas, têm ainda o papel de divulgar melhor os benefícios desse acesso, estreitando o relacionamento com indústrias, centros de pesquisas e universidades para que se preparem, em parceria, para aproveitar as possibilidades abertas pelos experimentos espaciais. Para completar a cadeia, cabe aos órgãos financiadores de pesquisa do governo dar prioridade a projetos que utilizem tais meios para produzir os materiais do futuro. ■



Rigor e originalidade

Sobre a propriedade do trabalho intelectual

Antônio Luiz Figueira Barbosa

Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 416 pp., R\$ 18

A obra é fruto de duas matrizes. Sintetiza mais de 25 anos de intensa reflexão intelectual sobre o tema com igual tempo de honesta vida profissional na área de transferência e fomento da tecnologia nacional.

Partindo, nos primeiros trabalhos, da análise das formas de comercializar tecnologia, tema que é revisitado no capítulo 'Do segredo ao *trade secret*', o autor vai progressivamente revelando o conteúdo de mercadoria da tecnologia. Constrói uma teoria, utilizando o arcabouço de economia política clássica, com rigor e absoluta originalidade (o que é raro por estas plagas), que explica como os resultados do trabalho intelectual podem ser apropriados.

Num ambiente onde as pessoas contentam-se com explicações genéricas e a constatação esgota-se em poucas e quase sempre deslocadas citações, Barbosa investiga a institucionalidade que rege a produção e circulação de tecnologia, revelando o caráter necessariamente histórico de uma abordagem institucional.

As formas históricas de apropriação e regulação da tecnologia – patentes, marcas, contratos privados etc. – ganham importância e operacionalidade para a elaboração de qualquer política tecno-

lógica que se pretenda progressista e independente.

O último parágrafo nos leva diretamente à segunda matriz, a saber: 25 anos de trabalho militante.

O livro está diretamente voltado para elucidar as questões que envolvem a comercialização dos novos produtos do trabalho intelectual, bem como os problemas decorrentes da destruição dos antigos – mas nem por isso anacrônicos – os estatutos legais e a implantação de um quadro jurídico mais flexível e internacionalista.

É um livro solitário, e aqui reside mais uma de suas contribuições; esta, totalmente involuntária, revela uma imensa lacuna em nossa estrutura universitária, que é reconhecidamente tímida em ocupar espaços onde a interdisciplinaridade é a nota dominante.

Marcio Henrique Monteiro de Castro

Área de
Desenvolvimento Social,
Banco Nacional
de Desenvolvimento
Econômico e Social



Mundos imaginados

Freeman Dyson

São Paulo, Cia. das Letras, 160 pp., R\$ 19

Sem enveredar pela ficção científica, Freeman Dyson faz uma análise de como será a vida numa era em que doenças poderão ser evitadas por meio de intervenção genética, o corpo humano será moldado para que possa se adaptar à vida em um planeta distante e bichos de estimação serão programados num computador doméstico e encomendados a uma fábrica genética.

A partir da perspectiva atual da ciência, o físico baseia sua visão de futuro no princípio ético da liberdade de escolha, o que pode provocar dilemas. Enquanto alguns usarão técnicas de engenharia genética para ampliar a capacidade intelectual de seus descendentes, outros não vão poder ou querer fazê-lo; uns irão às estrelas, outros permanecerão na Terra. Cada parte da espécie terá se desenvolvido segundo trilhas muito diferentes. Em *Mundos imaginados*, Dyson analisa questões éticas suscitadas por esse futuro não muito distante: permanecerão humanos todos os ramos derivados da humanidade? Ou a distância física e biológica provocará uma alienação crescente entre eles? Das inúmeras vias a tomar, conseguirá a humanidade prosseguir sem fazer mal a si própria?



A experiência etnográfica: antropologia e literatura no século 20

James Clifford

Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 320 pp., R\$ 28

Nesta coletânea de artigos sobre etnografia, o historiador James Clifford faz uma reavaliação da tradição antropológica, da noção de cultura e do papel do etnógrafo no trabalho de campo. Ao estudar a representação de sociedades no período colonialista, Clifford propõe o entendimento da diversidade dos processos de construção dos textos etnográficos e contextualiza a produção científica nas circunstâncias históricas e culturais da época. O autor analisa os estudos dos antropólogos franceses Maurice Leenhardt e Marcel Griaule, e faz uma comparação entre as obras do antropólogo norte-americano Bronislaw Malinowski e do escritor inglês Joseph Conrad, para debater temas relacionados à pesquisa, como as relações de poder e o diálogo entre o pesquisador e seu objeto de estudo. O livro traz ainda uma entrevista concedida ao organizador, José Reginaldo Santos Gonçalves, na época em que Clifford esteve no Brasil, em 1994.

Coleção guia prático – insetos, borboletas, cobras, aranhas e espécies ameaçadas

Rebecca Kingsley (Org.)

São Paulo, Editora Nobel, 64 pp., R\$ 14 (cada livro)

Cinco pequenos livros que trazem curiosidades e informações sobre insetos, borboletas, cobras, aranhas e espécies ameaçadas de extinção compõem a *Coleção guia prático*. Com estes fascículos, o leitor pode aprender curiosidades como os inúmeros papéis desempenhados pelas borboletas no ecossistema, saber que a quantidade de insetos no nosso planeta é maior do que a de todas as outras espécies de organismos somadas e conhecer as mais de cinco mil espécies ameaçadas de extinção atualmente, entre várias outras informações. Todos os livros são fáceis de ler e de serem consultados, pois contam com ícones coloridos, que transmitem ao leitor as informações essenciais, e fotos coloridas ilustrativas sobre cada espécie abordada na coleção. Os interessados na compra dos fascículos podem ligar para (011) 876-0014.



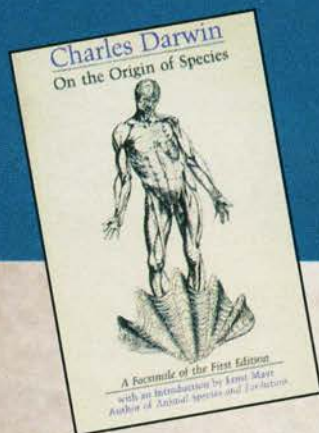
Banquetes mortais: uma nova epidemia

Richard Rhodes

Rio de Janeiro, Editora Campus, 268 pp., R\$ 39

Banquetes mortais é, segundo o próprio autor, um alerta sobre as encefalopatias espongiformes transmissíveis (EET), doenças neurológicas humanas e animais. Disseminadas principalmente a partir da carne bovina contaminada, a EET permanece incubada durante vários anos e causa uma degeneração progressiva do cérebro que acaba por levar à morte. Entre elas, as que ganharam mais notoriedade foram a doença da vaca louca e a doença de Creutzfeldt-Jakob. Historiador e ganhador do prêmio Pulitzer na categoria de não-ficção, Rhodes conseguiu escrever um *thriller* digno de Stephen King – só que real. A partir de um banquete canibalesco na Nova Guiné na década de 1950, que dizimou todos os seus participantes, o autor vai mostrando a disseminação dessas doenças pelo mundo. Conta tanto os eventos noticiados pela imprensa, como o abate em 1996 de 257 mil cabeças de gado na Inglaterra para conter a doença da vaca louca, como acontecimentos desconhecidos do grande público, como a doença *kuru*. Além de ser uma leitura envolvente, o livro coloca no centro do debate público o controle sanitário dos produtos de origem animal.





HÁ 140 ANOS DARWIN PUBLICAVA A ORIGEM DAS ESPÉCIES

Um livro ainda muito atual

Poucos homens conseguiram mudar a concepção de mundo existente em sua época.

Um deles foi o inglês Charles Darwin. Em 1859, ao lançar o livro *A origem das espécies*, em que descrevia como a competição entre os seres vivos, junto com outros fatores, determinava a diferenciação dos indivíduos e a formação de novas espécies, ele revolucionou o estudo da evolução dos organismos, inclusive o homem. Suas idéias podem ser consideradas até mesmo como precursoras da moderna ecologia.

“Nada em biologia faz sentido a não ser sob a luz da teoria evolutiva.” Essa afirmação do russo, naturalizado norte-americano, Theodosius Dobzhansky (1900-1975), um dos maiores geneticistas de populações do século 20, pode ser reescrita da seguinte forma: as observações feitas pelos biólogos só têm significado no contexto da teoria evolutiva, criada no século passado pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882).

Todo biólogo sabe o que Darwin disse, mas para a maioria essa informação não veio da leitura do livro *A origem das espécies*, publicado em outubro de 1859. Isso quer dizer que a maioria conhece um Darwin interpretado por alguém, em geral um cientista ou filósofo bem conceituado. Isso não teria importância se houvesse acordo entre os que comentam a teoria darwinista, mas a realidade é bem outra.

Para o ornitólogo Ernest Mayr (1904-), professor emérito da Universidade Harvard, muitos

dos atuais biólogos, além do filósofo da ciência britânico Karl Popper (1902-1994), ainda não entenderam a essência dos escritos de Darwin. Já o etologista britânico Richard Dawkins (1941-), famoso darwinista que escreveu *O gene egoísta*, insinua que tanto Mayr como Stephen Jay Gould (1941-), paleontólogo de Harvard e outro defensor de Darwin, não captaram as nuances de sua teoria. Por sua vez, Gould garante que nenhum dos acima citados interpreta Darwin corretamente.

Tudo isso não seria surpresa para Darwin: sempre foi assim. Seus maiores amigos e defensores na época em que o livro foi lançado – o geólogo Charles Lyell (1797-1875), o botânico Joseph Hooker (1817-1911) e o médico e biólogo Thomas Huxley (1825-1895) – nunca chegaram a concordar totalmente com Darwin quanto aos ‘superpoderes’ da seleção natural. Os três, grandes cientistas, defenderam o amigo dos ataques tanto dos teólogos quanto dos cientistas da época. O

próprio Alfred R. Wallace (1823-1913), que chegara de forma independente às mesmas conclusões sobre a importância da seleção natural, abandona o barco de Darwin quando este estende a teoria da evolução ao homem.

Dadas essas circunstâncias, a leitura crítica dos estudos originais de Darwin deve ser considerada uma necessidade, não só para os biólogos profissionais, mas para qualquer pessoa que preze a cultura, não se limitando a acreditar e propagar as visões de alguns dos muitos intérpretes do grande naturalista.

A edição mais representativa

A origem das espécies teve sua primeira edição esgotada em 48 horas, e uma segunda edição, idêntica, foi rapidamente editada. As quatro edições seguintes tinham pequenas alterações. Na quarta, por exemplo, Darwin acrescentou a palavra ‘criador’, associado à origem da vida na Terra, ao parágrafo final. Algumas des-

Há 140 anos

sas mudanças, embora não comprometessem suas teorias, eram concessões aos críticos. Por isso, a primeira edição é tida como a mais representativa do pensamento original de Darwin.

O alcance de sua teoria pode ser revelado pela expressão 'seleção natural'. Tal expressão tem hoje muitas nuances: seleção dura e suave (*hard and soft selection*), seleção normalizadora, direcional, disruptiva e também a seleção de parentesco (*kin selection*). Os 'nomes' foram criados neste século por diferentes autores, que nem sempre fizeram justiça a Darwin, não percebendo que todos esses modos de atuação da seleção natural estão descritos no livro. E, mais importante, a seleção natural de Darwin é criadora, sentido nem sempre percebido pelos autores atuais, que enfatizam mais sua atuação restritiva e eliminadora impiedosa da variabilidade nociva.

Fala-se pouco, também, do contexto histórico da teoria evolutiva de Darwin, que mostra grande semelhança com a teoria econômica formulada no século 18 por Adam Smith (1723-1790). O pai da economia moderna fundamenta suas idéias na divisão do trabalho e na competição, enquanto Darwin usa a competição como principal peça de sua teoria. A 'mão invisível' de Smith tem muitas semelhanças com a 'seleção natural': ambas organizam e maximizam, ajudam ou eliminam – as empresas no primeiro caso e as espécies no segundo. Darwin cita

o primeiro economista inglês, Thomas Malthus (1766-1834), como fonte de inspiração, mas sua teoria está mais próxima da teoria de Smith, um escocês reverenciado por todos os economistas, inclusive Malthus (ver 'O espectro da fome e da desigualdade' em *Ciência Hoje* n° 145).

Os ataques ao darwinismo

Nesses 140 anos o darwinismo nunca deixou de ser atacado por cientistas, filósofos, teólogos ou simples religiosos. No primeiro grupo destaca-se um dos maiores físicos do século 19: William Thompson (1824-1907), também conhecido como barão Kelvin de Largs. Em 1862, Sir Kelvin atacou as idéias de Darwin garantindo que tanto a Terra como o Sol, há um milhão de anos atrás, seriam muito mais quentes que hoje. Não poderiam, portanto, dar origem à flora e à fauna que hoje conhecemos.

De um só golpe, Kelvin atacou tanto a teoria evolutiva lenta e gradual de Darwin quanto as bases da geologia criada por Lyell, segundo o qual as forças que modelam hoje o relevo da Terra são as mesmas que atuaram no passado. Darwin não se intimidou, mantendo todos os seus pontos de vista, mas Kelvin insistiu que a biologia tinha de se adequar às leis da física, matematicamente provadas. Estudos posteriores mostraram que o grande físico e engenheiro, criador da escala de temperatura Kelvin, estava errado e que Darwin, neófito em matemática, estava certo.

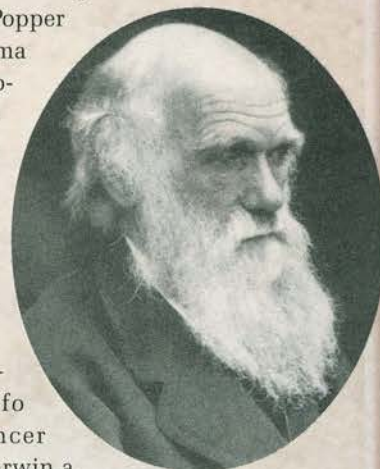
Popper é o destaque entre os filósofos. Para ele, Darwin não criou uma teoria científica legítima porque ela não pode ser refutada, já que se trata de um pensamento circular (uma tautologia). Outro importante filósofo inimigo do darwinismo foi o inglês Alfred N. Whitehead (1861-1947), cuja crítica é mais difícil de ser

contestada. Ele disse que nada, na teoria darwinista, explica a tendência para o aumento de complexidade dos seres vivos surgidos no processo evolutivo. Crítica semelhante é feita por alguns biólogos atuais, para os quais Darwin explica bem o aparecimento de novas espécies, mas não o de novas famílias ou ordens. Mas a crítica não ganha maiores dimensões, pois seus autores não apresentam uma alternativa científica.

Curiosamente, a base para os ataques de Popper e Whitehead é uma expressão – “a sobrevivência dos mais aptos” (*the survival of the fittest*) – inexistente nas duas primeiras edições de *A origem das espécies*. A frase foi criada pelo filósofo Herbert Spencer (1820-1903) e Darwin a incluiu nas últimas edições

por considerá-la “mais acurada e algumas vezes mais conveniente”. Ele não percebeu a armadilha contida na frase, pois, como assinalou Popper, dizer que “quem sobrevive é o mais apto e o mais apto é quem sobrevive” é um pensamento circular óbvio. No entanto, reduzir a teoria a uma expressão que não foi usada nas primeiras edições do livro é próprio de quem deu mais importância aos divulgadores do darwinismo que ao próprio Darwin.

Muitas críticas a Darwin têm origem em escritos de divulgadores e defensores modernos do darwinismo que, ao tentar sintetizar sua teoria, acabam criando frases aparentemente inocentes, como “a evolução é a mudança na frequência gênica”, que se revelam verdadeiros cavalos de Tróia, abrindo flancos para os ataques. Creio que o melhor resumo da teoria de Darwin, em uma frase,



Charles Darwin fotografado por seu filho Leonard por volta de 1874



T. H. Huxley foi um dos maiores defensores do livro de Darwin, na época em que foi lançado

seria “a descendência com modificações”, como ele próprio escreveu no resumo do capítulo 13 de seu livro.

Um ecólogo moderno

Muitos livros já foram escritos sobre o que Darwin disse. Existe uma verdadeira indústria editorial do darwinismo. Tais escritos, em geral com interpretações sincretas, foram no entanto influenciados em maior ou menor grau pelos ‘óculos de ver o mundo’ pessoais de cada autor. Para não fugir à regra –

tanto de interpretar as idéias de Darwin como de discordar de muitos de seus intérpretes – lanço uma interpretação que penso inédita. Considero Charles Darwin o fundador da ecologia moderna, pois os princípios fundamentais dessa

ciência estão claramente expressos em sua obra.

Na primeira edição de *A origem das espécies* pode ser verificado que Darwin usa com certa frequência a expressão “economia da natureza” (*economie of nature*), que pode ser perfeitamente traduzida por ‘ecossistema’. Os “lugares” e as “vagas” que as espécies ocupam na economia da natureza podem ser traduzidas por ‘nicho’ e ‘nicho vago’. Em várias partes do livro está explícito o ‘princípio da exclusão competitiva’, formulado matematicamente e confirmado (em laboratório) em 1932 pelo biólogo G. F. Gause. Além disso, Darwin enfatiza a importância das interações entre os seres vivos (competição, predação e mutualismo) e a in-

fluência dos fatores não-biológicos. As espécies interagem umas com as outras e com o ambiente: essa é uma frase típica de Darwin.

Tome os conceitos de ecossistema e nicho ecológico, adicione os conceitos de exclusão competitiva, variabilidade hereditária, separação de caracteres e pleiotropia (todos existentes no livro), junte os modelos matemáticos sobre populações criados pelo austríaco Alfred Lotka (1880-1949) e pelo italiano Vito Volterra (1860-1940) no início deste século e terá algo muito semelhante à ecologia moderna.

A palavra ecologia foi criada no século passado pelo alemão Ernest Haeckel (1834-1919), que paradoxalmente não é considerado um ecólogo. Médico e biólogo, Haeckel foi um ardoroso admirador de Darwin, defensor incondicional e divulgador do pensamento darwinista, no final do século passado, tanto na Alemanha quanto nos demais países europeus. Como muitos dos defensores do darwinismo, também Haeckel usou essa teoria de forma deturpada, para defender suas próprias idéias de fundo racista. Positivamente, Darwin não teve muita sorte com seus admiradores.

A *origem das espécies*, que em breve terá um século e meio e ainda é uma leitura fundamental, principalmente pelo estímulo dado por Darwin para que as futuras gerações (dele) melhorassem e até reformulassem sua teoria do processo evolutivo. Hoje, algumas gerações depois, a teoria foi melhorada. Darwin insurgiu-se contra o sagrado e lutou contra a ciência atrelada à religião. Ele mudou nossa concepção de mundo, mas o darwinismo não deve ser considerado uma teoria sagrada, muito menos uma teoria que não pode ser melhorada ou mesmo ultrapassada. É uma obrigação do cientista tentar, cientificamente, ultrapassar as teorias vigentes.

O último parágrafo do terceiro capítulo do livro de Darwin, transcrito a seguir, mostra a importância que este dava às interações entre os seres vivos e sua ênfase, um pouco exagerada, na ação da competição, que acabou tendo muita influência nos ecólogos modernos. Esse parágrafo tem um final animador para uma parte dos brasileiros que, ainda hoje, não precisam mais do que uma cervejinha, uma roda de amigos e um pouco de música para serem felizes.

“Conferir a uma planta ou animal alguma vantagem em relação aos outros seres é muito fácil – em tese. Provavelmente não há um só caso em que soubéssemos previamente o que fazer para sermos bem-sucedidos em nosso propósito. Isso deveria ser suficiente para convencer-nos de nossa ignorância quanto às interações entre os seres organizados, e essa convicção é, ao mesmo tempo, necessária e difícil de adquirir. Tudo o que podemos fazer é ter sempre em mente a idéia de que todos os seres vivos pelejam por aumentar em progressão geométrica, e que cada qual, pelo menos em algum período de sua vida, ou durante alguma estação do ano, seja permanentemente ou em intervalos de tempo, tem que lutar por sua sobrevivência e está sujeito a sofrer considerável destruição. Quando refletimos sobre essa luta vital, podemos consolar-nos com a plena convicção de que a guerra que se trava na natureza não é incessante, nem produz pânico; que a morte geralmente sobrevém de maneira imediata, e que os mais resistentes, os mais fortes, os mais saudáveis e os mais felizes conseguem sobreviver e multiplicar-se.”

Ricardo Iglesias Rios

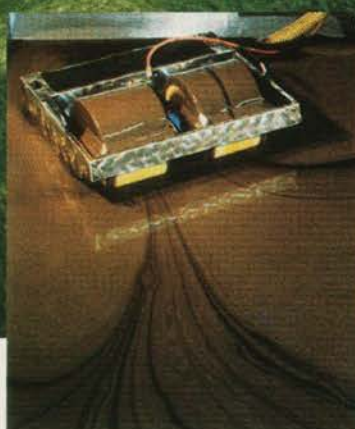
Departamento de Ecologia,
Instituto de Biologia,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro



Darwin foi exaustivamente criticado e ridicularizado, como na charge acima

Spray reduz impacto de vazamentos de petróleo

Produto evita dispersão do óleo e facilita sua remoção



Na foto ao fundo, é possível observar a consistência do óleo já aditivado com o *spray*, formando uma camada com maior coesão

Acidentes com navios petroleiros causam danos ao ambiente, muitas vezes irreparáveis, e enormes prejuízos financeiros às empresas. Com o objetivo de amenizar o impacto ecológico, especialmente à fauna e à flora marinha, diretamente afetadas pelo derramamento de petróleo, a empresa norte-americana General Technology Application (GTA) desenvolveu um produto que impede a dispersão do óleo, facilitando sua coleta.

Em forma de *spray* e inofensivo ao homem, o produto é feito a partir do aditivo de poli-iso-butileno, polímero de alto peso molecular, que altera, instantaneamente, algumas propriedades do petróleo, deixando-o mais coeso. O *spray*

é aplicado sobre a mancha de petróleo e, ao entrar em contato com o líquido, confere-lhe características viscoelásticas. "O óleo fica com uma consistência diferente e bóia sobre a água como a nata do leite, o que facilita sua remoção", explica a engenheira química Magali Cotrim, gerente da empresa Nicho Tecnologia, responsável pela fabricação do produto no Brasil.

Dessa forma, evita-se o espalhamento do óleo, dando tempo hábil aos órgãos governamentais para convocar equipes de limpeza. "Nos Estados Unidos, existem pessoas de prontidão que trabalham retirando resíduos petrolíferos dos animais e plantas atingidos", informa Magali. "Já no Brasil, esse trabalho é menos comum. Daí a importância da preservação da qualidade da água", afirma. Para isso a empresa também desenvolveu equipamentos que auxiliam no cercamento da área atingida e bombas de sucção que removem o óleo derramado.

Outros produtos para a remoção de petróleo das águas são mun-

dialmente comercializados por diferentes fabricantes para uso em situações de emergência. Conhecidos vulgarmente como gelatinizantes de óleo, muitos deles são fibras que absorvem o óleo derramado, possibilitando sua remoção. Só que esses produtos não permitem que o petróleo seja reutilizado. Com o uso do *spray*, entretanto, todo o óleo derramado pode ser reaproveitado pois, segundo a engenheira, tanto o aditivo como o petróleo são hidrocarbonetos.

O produto já foi aprovado em testes de laboratório pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), órgão de controle ambiental dos Estados Unidos, e está disponível para comercialização mundial. No Brasil, o *spray* ainda está em fase de testes na Petrobras, que deve potencializar o uso nas suas estações de petróleo ainda este ano.

Danielle Nogueira
e **Leonardo Zanelli**
Ciência Hoje/RJ

No detalhe, o óleo derramado é recolhido com equipamentos adequados

Óleo derramado no rio Illinois (EUA) devido a vazamento de um tanque de armazenamento de petróleo





Taturana assassina

Em revistas que exploram o sensacionalismo, travestidas de divulgadoras da ciência, é comum encontrarmos termos como aranhas 'assassinas', baleias 'assassinas', abelhas 'assassinas' etc. Angariar mais vendas explica, mas nunca se justifica. Porém, em uma revista séria, como a *CH*, esses termos são inaceitáveis. O título da reportagem sobre as taturanas *Lonomia obli-*

qua depõe muito quanto à seriedade da revista. Durante anos tenho divulgado a *CH* entre meus alunos de graduação e pós-graduação, principalmente em razão das excelentes fotos e pelo modo sóbrio como são tratados os assuntos nos diversos campos da ciência. Melhor do que ninguém os senhores têm a obrigação de saber dos problemas que acarretam para os animais esse tipo de rotulagem. Gostaria de não ter o desprazer de ler novamente, na 'nossa' *CH*, matérias com esse tipo de apelação.

FERNANDO FRIEIRO-COSTA
CÁCERES, MT

 Respeitamos a opinião do leitor. Esclarecemos, no entanto, que a expressão 'taturana assassina' foi utilizada não como "apelação", mas como uma informação, já que essa foi a denominação dada à *Lonomia obliqua* — e isso está expresso no texto — pela imprensa leiga. O objetivo de toda revista de divulgação científica é aproximar a ciência do maior número possível de leitores, e o emprego de expressões populares, devidamente contextualizadas, faz parte dessa tarefa.

A taturana e o Butantan

O artigo de Wilmar Dias da Silva (*CH* nº 149) sobre o veneno de *Lo-*

nomia obliqua é um exemplo vivo do que uma comunidade científica amadurecida pode fazer pelo país. A *Lonomia* não é problema do Primeiro Mundo e portanto não se pode esperar que outros países fabriquem o anti-soro para nós. Assim é também com imunológicos estratégicos como vacinas básicas usadas para imunização em massa (o Butantan fabricou 60 milhões de doses em 1998) ou soros contra venenos de espécies cujo hábitat é a América do Sul. Às vezes algumas pessoas responsáveis por políticas públicas duvidam da necessidade de manter um sistema científico, imaginando que o país pode fabricar qualquer coisa que precisar se não conseguir comprar lá fora. No entanto, produtos que envolvem alta tecnologia não podem ser feitos da noite para o dia, como se faz uma macarronada. Na verdade, o grupo que produziu o anti-soro contra a taturana assassina foi liderado por pesquisadores maduros que se formaram em ambiente científico por mais de 30 anos. O artigo enche de orgulho a comunidade do Instituto Butantan, não só pelos feitos alcançados por seus pesquisadores como também pelas magníficas fotos da lagarta e da mariposa — essenciais para que o animal seja facilmente reconhecido — obtidas por Roberto Henrique P. de Moraes, do Laboratório de Artrópodes, agora encarregado da produção sistemática do antígeno para a obtenção do anti-soro específico.

WALTER COLLI
DIRETOR DO INSTITUTO BUTANTAN
SÃO PAULO, SP

A mais importante

Sou assinante da *CH* e tenho quase todos os exemplares. Sem dúvida, é a revista científica mais importante do Brasil. Desejo cada vez mais sucesso para a *CH*. Que o 'monstro' do capital não a transforme, como ocorreu com todas as outras, que se tornaram revistas fotográficas com matérias superficiais.

GUILHERME SARDENBERG BARRETO
MACAÉ, RJ

Estudos sobre Marx

Li em *CH* (nº 146) artigo sobre o filósofo Henrique Cláudio de Lima Vaz e achei interessante esse espaço dado às humanidades. (...) Gostaria de sugerir uma reportagem sobre o trabalho desenvolvido pelo professor José Chasin, falecido em dezembro de 1998, no Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de Minas Gerais. Esse esforço teórico, dirigido ao renascimento dos estudos sobre a obra de Karl Marx, vem gerando trabalhos publicados (...) (como no nº 1, tomo 1, da revista *Ad Hominem*) e continua em andamento a despeito da ausência daquele grande intelectual. (...) Externamos votos de sucesso na tarefa de divulgação científica, tão difícil em nosso país.

ANTÔNIO JOSÉ LOPES ALVES
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS
BELO HORIZONTE, MG

 A sugestão está anotada.

Dependente de CH

É com grande satisfação que me declaro hoje dependente da *CH*! A revista é espetacular! É incrível como ela consegue selecionar notícias tão importantes e lançá-las no momento certo. A edição do mês de junho é prova disso. Denúncias (ex.: 'Imagens contra os exterminadores do futuro'), descobertas (ex.: 'Apoptose'), respostas para perguntas do leitor fazem de *CH* uma revista fantástica. Parabéns *CH*, seu sucesso é mera recompensa pelo trabalho que realiza.

PAULO CESAR DIAS PEIXOTO
ESTUDANTE DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO
FEIRA DE SANTANA, BA

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

E-MAIL:
chojered@sbpnet.org.br

O futuro passa pela escola.



- Ensino gratuito a mais de 98 mil alunos em 1999.
- 37 escolas.
- Cursos regulares, supletivos e de capacitação profissional.
- 43 anos investindo em educação.



**Fundação
Bradesco**

**Se o seu cliente precisa de espaço,
nós temos todos os continentes.**



hospede fácil

*Hospede Fácil é a Web Farm da Dialdata.
Um mundo de megabytes que permite a você, WEB Designer,
aplicar todo o seu talento, sem preocupação com limitação de espaço,
sob medida para as necessidades do seu cliente.
A Dialdata / Via Net.Works têm as melhores soluções
em INTERNET voltada para empresas.
Procure-nos para saber mais sobre os nossos produtos.*



www.dialdata.com.br
marketing@dialdata.com.br
Tel. 0XX 11 829 4731 Fax 0XX 11 822 4588
Dialdata, uma empresa VIA Net.Works