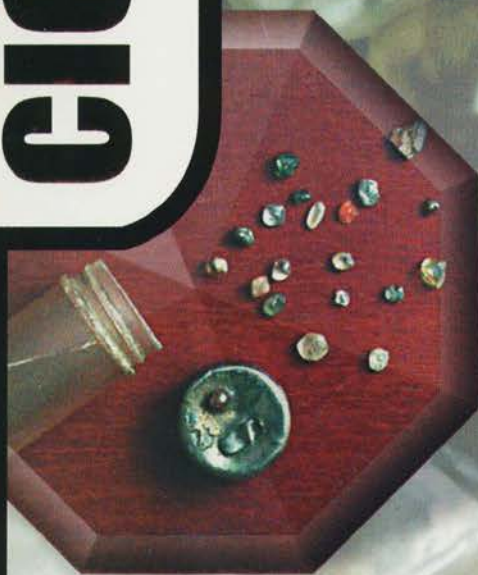




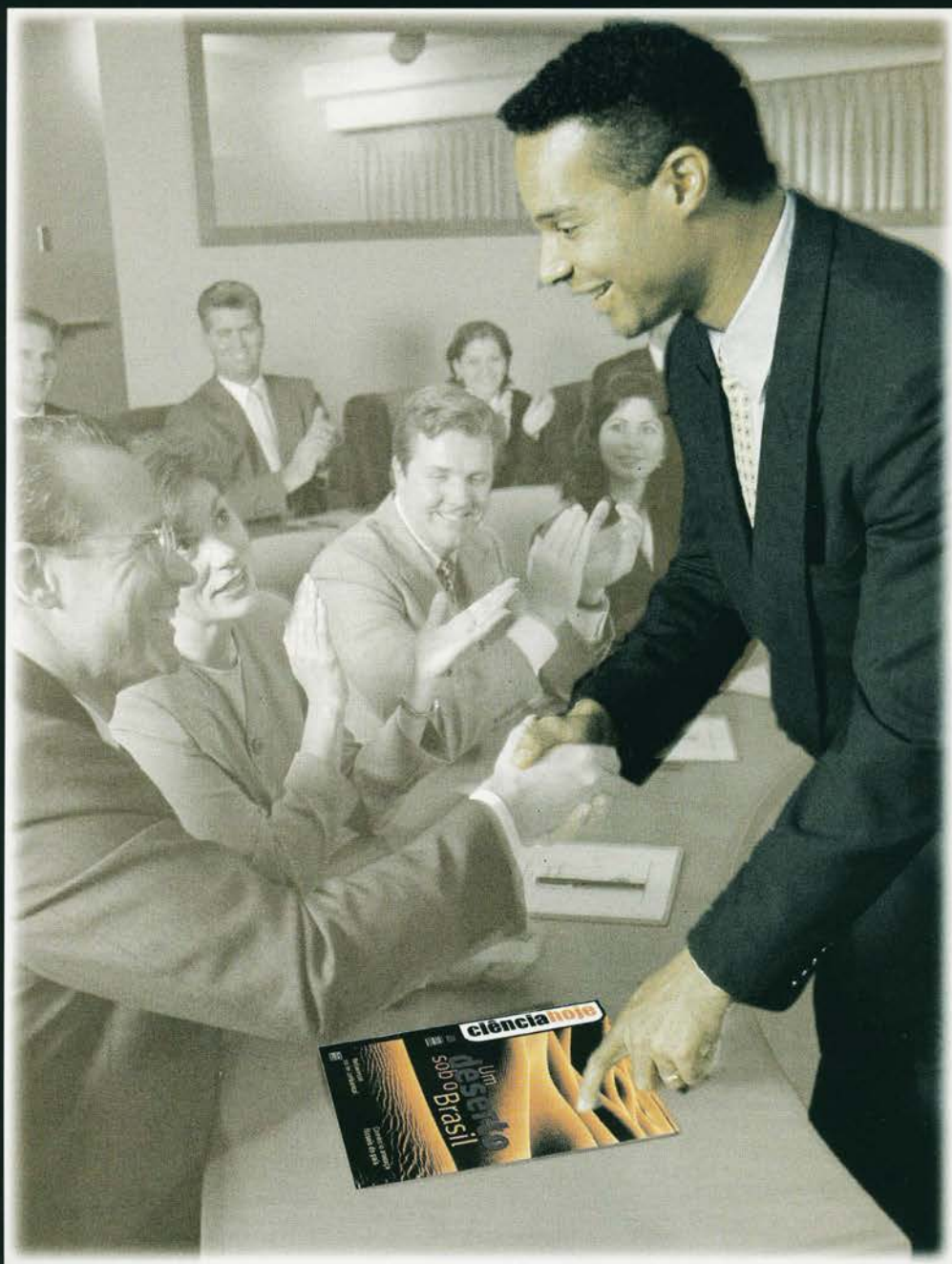
De onde vêm os **DIAMANTES?**

**Extrativismo: esperança
para a Amazônia**

**O necessário
suicídio da célula**



Destaque-se.



CH57

Assine agora.

Ligue grátis:

0800-264846

e dê o código CH57

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



Diamantes, jóias da 'seleção natural'

O que teria levado o diamante a ser hoje o rei entre os reis da 'selva mineral'? Suas propriedades físico-químicas, sem dúvida, explicam a supremacia dessa pedra preciosa. Na 'seleção natural' do reino mineral, a estrutura cristalina, pureza e dureza do diamante permitiram que ele resistisse à pulverização, desde um período muito remoto, mais do que qualquer outra gema e ganhasse assim a árdua competição pelo primeiro lugar. Em terras brasileiras, o diamante encontrou ambiente propício para 'crescer', particularmente no Alto Paranaíba e na Serra do Espinhaço, (MG). A abundância da pedra levou o país a se tornar o maior produtor mundial nos séculos 18 e 19, até a descoberta dos ricos depósitos da África do Sul, Rússia e Austrália. É na mesma Serra do Espinhaço que pesquisadores brasileiros tentam hoje responder uma velha pergunta: a partir de quais rochas-fonte o diamante se espalhou pela região?

Um pouco mais ao Norte, na floresta amazônica, outra grande riqueza natural coloca o Brasil na posição de competidor no mercado mundial. São os produtos do extrativismo – castanha-do-pará, polpas de açaí e cupuaçu e palmito de açaí – que, infelizmente, ainda não beneficiam as comunidades responsáveis pela coleta. Adotar medidas de estímulo ao extrativismo vegetal parece ser uma alternativa viável para a região. Com forte incentivo à atividade, os habitantes da Amazônia poderiam melhorar suas condições socioeconômicas sem deixar de proteger boa parte da floresta.

E, por estranho que pareça, proteger a vida inclui a idéia de morte. A sobrevivência dos indivíduos mais aptos de uma espécie requer o extermínio dos mais fracos ou a morte espontânea dos que apresentam defeitos fatais. Esse mesmo mecanismo de seleção ocorre em níveis menos visíveis, como o das células. Da mesma forma que é preciso gerar novas células para manter processos vitais, é imprescindível eliminar as supérfluas ou defeituosas. E muitas delas fazem isso através de instruções internas para cometer 'suicídio'. Essa morte celular programada, chamada apoptose, tem papel importante em diversos processos vitais e inúmeras doenças. O interesse dos pesquisadores nesse fenômeno se justifica: sua melhor compreensão pode ajudar a desenvolver novas terapias e medicamentos.

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

Secretária
Diretor Executivo
Editores Científicos

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 Szkló;
Maria Elisa da C. Santos
Fernando Szkló
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)

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 Nussenzeig
Danielle Nogueira e Fernando Paiva
Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Theresa Coelho e Irani Fuentes de Araújo
Daniela Evelyn e Eliza Muto (reportagem)

ARTE

Diretora de Arte
Programação Visual
Computação Gráfica

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

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE
Coordenador Científico
Correspondente

Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFGM)
Roberto Barros de Carvalho (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br)
End.: Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFGM
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

BRÁSILIA

Coordenadora Científica

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

SALVADOR

Coordenador Científico

Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (E-mail: sbpc@ufba.br)
End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340,
Salvador, BA, Tel.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592

PUBLICIDADE

Diretor Comercial
Supervisora de Operações
Contato Comercial

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRÁSILIA
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, Elomar Santana, Sérgio Pessoa e Márcia Silva

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

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

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

Diamantes de Minas Gerais: qual terá sido o caminho das pedras? 22

Uma das criações mais singulares da natureza, o diamante foi, em diversos locais, o único mineral que resistiu intacto aos violentos processos geológicos que alteraram a crosta terrestre desde tempos remotos. Pesquisadores tentam desvendar quais teriam sido as rochas-fonte que permitiram que essas pedras preciosas se espalhassem pela região da Serra do Espinhaço (MG).

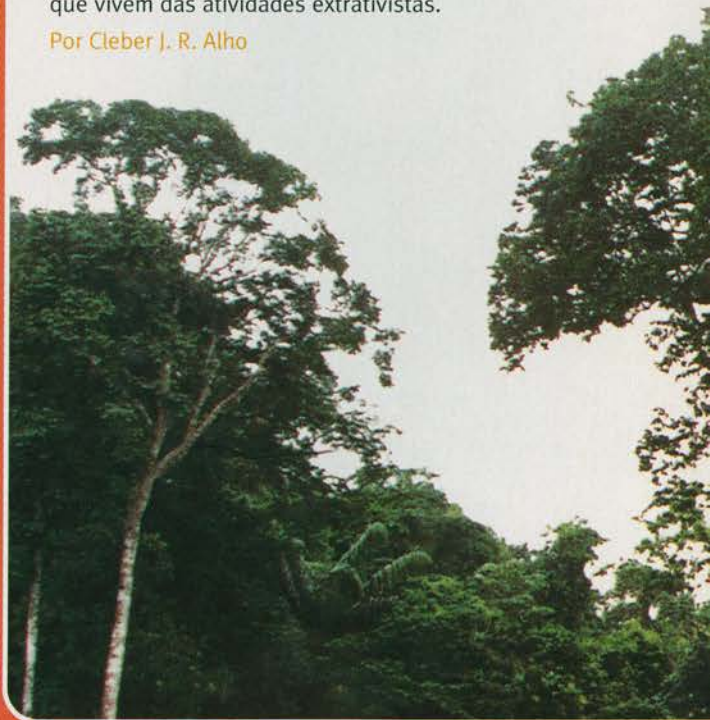
Por Mario L.
de São Carneiro
Chaves
e Darcy P. Svisero



Extrativismo na Amazônia: proteção da floresta+ benefícios sociais 30

A valorização de alguns produtos amazônicos, como castanha-do-pará, polpa e palmito de açaí, cupuaçu e outros, pode ajudar a preservar a floresta e a melhorar as condições de vida das populações que vivem das atividades extrativistas.

Por Cleber J. R. Alho



ATENDIMENTO AO
ASSINANTE E
NÚMEROS AVULSOS

TEL.: 0800 264846

CH on-line:

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

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

Programa de Apoio a Publicações Científicas

MCT

CNPq

FINEP

IVZ
INSTITUTO VENCENSLAU DE ZOOLOGIA



Apoptose: quando a célula programa a própria morte 38

Todo organismo gera novas células para manter seus processos vitais, mas também elimina as supérfluas ou defeituosas, o que é feito através de um mecanismo denominado apoptose, que pode ser descrito como um suicídio programado.

Por Maria de Fátima Horta e John Ding-E Young



Capa:
Montagem sobre fotos de Antonio Liccardo (Laboratório de Gemologia/UFOP) e J. Karfunkel



O LEITOR PERGUNTA

- | | |
|---|---|
| Pode um <i>chip</i> substituir uma área lesada no cérebro? | 4 |
| Por que a água que escorre pelo ralo de uma pia gira em sentidos inversos nos dois hemisférios? | 4 |
| O <i>stent</i> é uma prótese vascular ou apenas uma variedade da angioplastia? | 5 |



ENTREVISTA

Jorge Wilhelm

A incerteza do futuro nas urbes



6

MUNDO DE CIÊNCIA

20

EM DIA

- | | |
|--|----|
| Imagens contra os exterminadores do futuro | 46 |
| Batalhas dentro do sistema imune | 50 |
| Os novos fantasmas das cidades grandes | 52 |
| Paisagem montanhosa no antigo Tocantins | 54 |
| A ilha dos elementos superpesados | 56 |
| Leite contaminado por inseticidas | 57 |



OPINIÃO

- | | |
|--|----|
| Nova lógica no controle de agrotóxicos | 62 |
|--|----|

PRIMEIRA LINHA

- | | |
|---|----|
| Quando os botos ganham uma identidade | 65 |
| Aguapé agrava contaminação por mercúrio | 68 |

RESENHA

- | | |
|-----------------------------------|----|
| Em defesa do ensino e da pesquisa | 72 |
|-----------------------------------|----|

MEMÓRIA

- | | |
|--------------------|----|
| Saudades do futuro | 74 |
|--------------------|----|



CARTAS

76

ÍNDICE

77

? Pode um **chip** substituir uma área lesada no **cérebro**, exercendo pelo menos parte da função perdida?

LEONARDO DE ARAÚJO NETO, ARARAQUARA/SP

Embora as chances sejam promissoras e entendendo-se cérebro como a parte do sistema nervoso dentro da caixa craniana, a resposta é não, pelo menos por enquanto. Os *chips* vêm exercendo grande impacto na biologia e devem acarretar descobertas importantes tanto para conhecimento do sistema nervoso como para diagnósticos clínicos e reabilitação. Atualmente já existem 'biochips' que permitem identificar alterações e detectar problemas em quantidades ínfimas de uma amostra. Estão em estudo outras possíveis aplicações do *chip*, como substituto em áreas alteradas do sistema nervoso, onde, após implantado, lançaria fármacos ou ativaria outras áreas cerebrais, como no caso do mal de Parkinson, inibindo os desconfortáveis tremores. No sistema nervoso periférico, dispositivos mioelétricos, que aproveitam os impulsos elétricos do músculo para associá-los a *chips*, estão sendo implantados com sucesso em casos de recuperação dos movimentos de flexão, extensão e rotação da mão.

Grande parte da dificuldade nesse campo vem da

complexidade do sistema nervoso. Para funcionar adequadamente, ele requer uma organização estrutural definida, bem como moléculas e íons específicos. O sistema nervoso central compreende o cérebro, o tronco cerebral e a medula espinhal. É a região do corpo onde se processam as informações que vêm do ambiente e do próprio organismo para poder manter o animal — racional ou não — vivo e interagindo com seu meio. Ele é composto por neurônios (células nervosas) e elementos responsáveis pela sua nutrição e sustentação, como as células da glia e os vasos sanguíneos. Os neurônios são ativados pelos estímulos que chegam das diferentes partes do corpo e do ambiente. Esses estímulos são captados, processados e conduzidos de uma parte a outra do neurônio por impulsos elétricos gerados por íons (elementos químicos com carga elétrica positiva ou negativa), principalmente de sódio, potássio, cloro e cálcio. A transmissão de informações de um neurônio para outros neurônios, músculos ou glândulas depende, em geral, de moléculas que o



? Por que a água que escorre pelo **ralo** de uma pia gira em sentidos inversos nos dois hemisférios?

SERGIO LOPES, POR E.MAIL

A Terra não é um referencial inercial (um referencial é inercial se uma partícula sobre a qual não atuam forças é vista, nesse referencial, em repouso ou em movimento retilíneo uniforme) pois gira em torno do seu eixo. Um ponto, por exemplo, da sua superfície, descreve um círculo a cada 24 horas. Como todo movimento curvo é necessariamente acelerado, o nosso referencial Terra não é inercial.

Por outro lado, a segunda lei de Newton, como normalmente enunciamos ($\text{força aplicada} = \text{massa} \times \text{aceleração}$) só vale em referenciais inerciais. Quando o referencial não é inercial, essa lei precisa de correções. As correções são introduzidas sob forma de forças inerciais: $\text{força aplicada} + \text{força inercial} = \text{massa} \times \text{aceleração}$. É como se a partícula estivesse submetida não somente às forças aplicadas por outros corpos materiais mas também por uma força inercial (também chamada de força fictícia). Esse é o preço que pagamos por não sermos um referencial inercial.

Existem vários tipos de força inercial mas a força relevante para a pergunta é a de Coriolis. Essa força é sempre

lateral, isto é, perpendicular à velocidade da partícula. Para objetos movendo-se na superfície da Terra, a força de Coriolis produz um desvio (em relação à direção da velocidade) para a direita no hemisfério Norte e para a esquerda no hemisfério Sul. Quando massas de ar começam a se deslocar radialmente em direção a uma região de baixa pressão, no hemisfério Sul elas adquirem um movimento lateral como indicado na figura acima. O resultado é a circulação horária da massa de ar, que constitui um anticiclone. No hemisfério Norte a circulação é anti-horária, formando os ciclones.

Tudo isso se aplica também à água escorrendo pelo ralo de uma banheira ou de uma pia: ela circula no sentido horário no nosso hemisfério e no sentido anti-horário no hemisfério Norte.



Carlos Maurício Chaves

Departamento de Física,
Pontifícia Universidade Católica/RJ

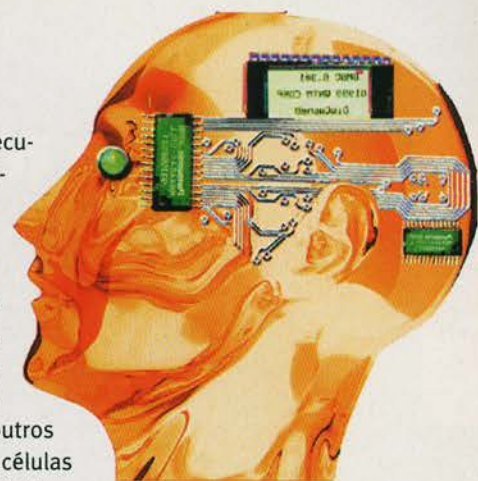
neurônio produz, chamadas neurotransmissores.

A quantidade e o tipo de células envolvidas no desempenho de uma determinada função, como andar, falar, ouvir, ver ou alterar o ritmo respiratório, formam os chamados circuitos neurais. Essa denominação foi adotada em analogia aos sistemas eletroeletrônicos. Vários fatores podem prejudicar o funcionamento de um circuito neural, como um acidente vascular cerebral (AVC ou derrame), um agente infeccioso, um processo tumoral, o acúmulo de líquido no cérebro (hidrocefalia) ou a perda de massa cerebral provocada por traumatismo. Dependendo da extensão e do local da área lesada, o dano pode incapacitar a pessoa atingida ou simplesmente não ser detectado. É possível também que haja malformações congênitas ou provocadas por desnutrição ou drogas que impliquem a ausência de partes do sistema nervoso ou do circuito ou ainda deficiências na produção de certas substâncias necessárias para a comunicação neural.

Essa complexidade do sistema nervoso tem dificultado as abordagens e o tratamento de disfunções e patologias. Contudo, sua plasticidade (capacidade de reorganizar conexões, dentro de certos limites, para suprir deficiências de determinadas áreas) permite que alguns problemas sejam contornados.

Os procedimentos atuais para recuperar as funções perdidas abrangem desde o uso de medicamentos, que ativam ou inibem o funcionamento de alguns circuitos ou de suas partes; técnicas cirúrgicas para remoção de coágulos, líquido, tumores ou agentes patogênicos; técnicas de regeneração de nervos lesados; implantes de células de outros órgãos (de glândula supra-renal ou células de doadores) até próteses mioelétricas (dispositivos elétricos, eletrônicos ou mistos).

O uso de *chips* no sistema nervoso e em outros campos está em franco desenvolvimento. As possíveis aplicações têm merecido muitas pesquisas e investimento em todo o mundo. No Brasil, universidades paulistas, o governo federal e empresas uniram-se para instalar o LatinoChip, vinculado ao Laboratório de Sistemas Integráveis da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para produzir os primeiros *chips* da América Latina.



Maria Inês Nogueira e Adhemar Petri

*Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade de São Paulo*

? O **stent** é considerado uma prótese vascular ou apenas uma variedade da angioplastia?

PAULO ADOLFO NITSCHKE, CURITIBA/PR

O *stent* é uma prótese endovascular que vem sendo implantada em alguns casos de angioplastia percutânea, procedimento utilizado para desobstrução de artérias, normalmente adotado para artérias coronárias. Com a implantação dessa prótese, objetiva-se diminuir a taxa de reestenose, ou seja, o retorno do bloqueio arterial, mais comum nos três a seis meses posteriores à rea-

lização da angioplastia. Inicialmente, o *stent* foi usado em casos de dissecação coronária, uma das complicações da angioplastia. Mas com a evolução técnica, o uso dessas próteses tornou-se mais simples, dispensando a anticoagulação, como ocorria no passado, e reduzindo a incidência de obstrução aguda. Portanto, o *stent* não pode ser considerado uma variedade da angioplas-

tia, mas uma prótese cada vez mais usada nesse procedimento, que visa superar a principal limitação da angioplastia, a reestenose.

Cristina Almeida

*Hospital Universitário
Clementino Fraga Filho,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro*



O cateter-balão, com um *stent*, ainda fechado (a) é insuflado, expandindo o *stent* (b). Aberto, o *stent* fixa-se na parede do vaso, evitando a reestenose (c).

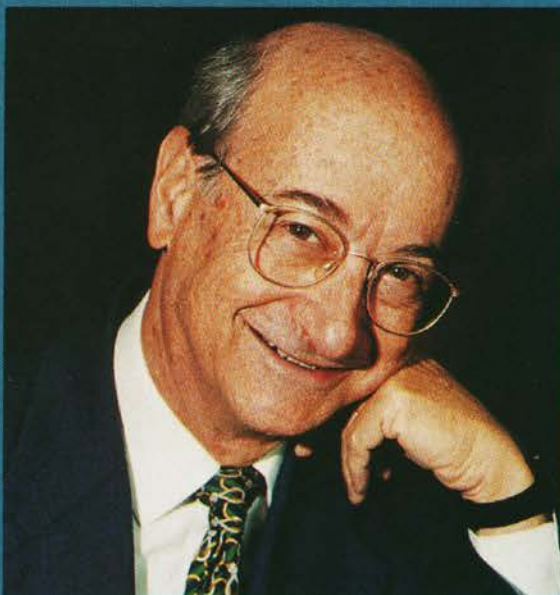
CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

Jorge Wilhelm

A incerteza do futuro nas urbes



Falar sobre o futuro é sempre muito arriscado, mas isso não intimida o arquiteto e urbanista Jorge Wilhelm. Para ele, pensar o futuro foi a maneira que encontrou para compreender o presente. Autor de importantes projetos arquitetônicos na cidade de São Paulo, como o Parque Anhembi e as sedes da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e do Clube Hebraica, Wilhelm foi também secretário municipal de Economia e Planejamento (1975/79) e do Meio Ambiente (1987/91),

além de ter exercido outros cargos na administração paulista. Liderou ainda equipes que formularam os planos de várias cidades brasileiras, como Curitiba, Joinville, Goiânia, Campinas, Fortaleza, Osasco e Natal. Convidado pelas Nações Unidas, ajudou a conceber e articular a Conferência Habitat 2, realizada em Instambul em 1994-96, da qual foi também secretário-geral.

Autor de sete livros, entre os quais *Urbanismo no subdesenvolvimento* (1969), *Planejando para o desenvolvimento* (1978) e *O caminho de Instambul* (1998), Wilhelm destaca os problemas urbanos mais graves e aponta um caminho para o futuro: “combater o medo, a paranóia, o egoísmo, a intolerância, o sectarismo, a banalização e a acomodação”. São esses, segundo ele, os inimigos do renascimento que se aproxima.

ENTREVISTA CONCEDIDA A VERA RITA DA COSTA, CIÊNCIA HOJE/SP

A impressão de quem mora em uma grande cidade é a de viver num caos urbano, com enchentes, desmoronamentos, violência... O ponto de vista do urbanista é semelhante?

De certa maneira, sim, porque faltam, ainda, políticas públicas para as cidades brasileiras. Além de serem o palco da civilização, as cidades são também o palco onde se desenrolam os conflitos. É nelas que as pessoas se encontram e resolvem seus problemas. Os grandes centros concentram a população, a riqueza e a pobreza; evidenciam as injustiças sociais. Isso leva a uma espécie de novo mapa-múndi em formação: uma parte de cada cidade grande do mundo – Paris, São Paulo, Bombaim etc. – formando um arquipélago com ilhas de modernidade e bem-estar, cercadas por um oceano de exclusão, em que estão os setores mais pobres.

Temos hoje no Brasil 15 metrópoles que abarcam 204 municípios, onde se concentram 35,4% da população e 29% dos 42 milhões de pobres do país. Além dessas metrópoles, há quase 400 municípios que, no caso de outros países seriam consideradas cidades grandes, mas que, para nossos padrões, são de porte médio. Esses municípios concentram cerca de 29% da população brasileira. Então, cerca de 65% da população encontram-se em cidades grandes e médias. As pequenas cidades são as únicas que têm perdido popu-

apresentar amplas possibilidades de ocupação e produção, já estamos penetrando uma região extremamente frágil do ponto de vista de sua ocupação – a região amazônica. Ao longo das vias de penetração da Amazônia, neste momento, estão nascendo cidades. São espontâneas; algumas vão desaparecer e outras florescerão. Mas, por falta de políticas urbanas, essas cidades pioneiras estão incorrendo nos mesmos erros e sofrerão as mesmas dificuldades das que surgiram há 50 anos no oeste paulista ou no planalto goiano. Qual a perspectiva dessas cidades que estão sendo construídas em beira de estrada, com destruição do patrimônio vegetal e sem preocupação com a preservação das nascentes de água?

Também existem na rede urbana brasileira as cidades-patrimônios, de interesse histórico, cultural ou turístico. Essas têm características próprias a serem consideradas. É preciso, por exemplo, pensar estratégias urbanas para as cidades litorâneas, que recebem nos períodos de férias população muito superior à sua e têm sua vida econômica condicionada por esse fluxo monstruoso de pessoas.

Quais são hoje as grandes questões urbanas a serem enfrentadas no país?

Sem dúvida o maior desafio é o desemprego. Mas deve-se também encontrar uma solução para as

Aqui, temos nos contentado com a ‘disseminação’ do lixo e com a idéia falsa de que sempre haverá um tapete sob o qual poderemos escondê-lo

lação. Isso ocorre porque até anos recentes não havia política de proteção à agricultura familiar – o que garante a sobrevivência dessas cidades. Atualmente isto está sendo corrigido e poderá ser revertido se houver políticas urbanas no país.

Qual deve ser a preocupação central na definição dessas políticas?

Elas devem ser abrangentes e levar em conta a complexidade da rede urbana brasileira, pois além das grandes, médias e pequenas cidades, há cidades pioneiras e as que possuem patrimônio, cultural ou natural, visitado por ondas de turistas. O Brasil tem uma característica quase única no mundo que é possuir uma fronteira agrícola móvel. Ainda não ocupamos produtivamente todo o país e, apesar de o planalto central ainda

consequências da ‘precarização’ do trabalho formal. Nas últimas décadas, o número de trabalhadores no setor informal aumentou, com perda dos direitos trabalhistas. Do ponto de vista social e urbano, essa ‘informalização’ do trabalho reflete-se sobre a cidade e o modo de vida dos cidadãos. Sem os direitos trabalhistas assegurados, aumenta a incerteza e cada um passa a ter que cuidar da criação de sua própria rede de segurança.

Outro desafio urbano diz respeito ao metabolismo da cidade, aquilo que entra e sai dela: a água, o lixo, o esgoto, a poluição atmosférica. Nesses aspectos, teremos que arcar com os custos e as consequências da falta de planejamento do passado. No caso das enchentes, por exemplo, desde a década de 1980 existe a recomendação de que o fundo dos ▶



vales dos rios sejam locais de acolhida de água, de parques lineares. No entanto, tem-se insistido na tese de Prestes Maia (ex-prefeito de São Paulo) de pavimentar esses fundos de vale, impermeabilizando-os, construindo avenidas, acelerando assim a descida das águas de chuva para sua calha final, resultando em grandes enchentes. Nas décadas de 1940 e 1950 isso parecia razoável, mas agora sabemos que não é possível continuar.

Na grande enchente de 1905, em São Paulo, foi medida a quantidade de água que saía pelo rio Tietê na região metropolitana. A mesma medição feita há dois anos mostrou que a quantida-

tar a rede para coletar e tratar completamente o esgoto fica por cerca de R\$ 250. O mais indicado seria tratar o esgoto no próprio local onde é produzido – nos bairros, nos condomínios e, se possível, nos prédios e nas casas. Em outras palavras, é preciso eliminar a necessidade dos troncos coletores e grandes estações de tratamento, encontrando uma tecnologia alternativa para quantidades de escala metropolitana. A biotecnologia, através da alteração de bactérias, poderia contribuir para isso, mas é necessário que se reconheça essa necessidade e se transforme o tema em prioridade de investiga-



A substituição da gasolina como combustível e a mudança do motor nos automóveis e ônibus se tornarão imperativos em uma civilização motorizada e urbanizada

de de água, no mesmo ponto da calha do rio, é exatamente o dobro. Certamente não aumentou a quantidade de chuva; o que aumentou foi a velocidade com que a água da região metropolitana é drenada para a calha do rio. Impermeabilizamos o solo com o asfalto e a água que antes caía e percolava por ele até o lençol freático corre hoje rapidamente pelo asfalto ou em dutos de ferro para onde a gravidade a leva. É necessário desenvolver processos de retenção da água e meios para diminuir a velocidade com que ela se acumula. Entre as soluções propostas estão a criação de parques nos fundos dos vales, que funcionariam como bacias de retenção, de 'piscinões' subterrâneos, ou mesmo a manutenção do aprofundamento da calha dos rios, embora haja um limite para isso.

Problemas como esgoto e lixo têm solução?

Esgoto e lixo são assuntos não privilegiados pelos políticos. Na realidade, por ninguém. Queremos nos livrar deles e não nos preocupamos com seu destino. Interessa mandá-los para bem longe. Justamente por isso não tem havido investimentos para mudanças tecnológicas e há um grande atraso nessas áreas. O sistema de coleta de esgoto, por exemplo, é do tempo dos romanos (a 'cloaca máxima'), despejando-se tudo num rio. Só que o custo para implantar o sistema de coleta de esgoto é muito alto. Enquanto fornecer água para um habitante custa cerca de R\$ 100, implan-

ção científica. Esse é um problema nosso, a ser resolvido no Terceiro Mundo, pois os países desenvolvidos já têm rede de esgoto implantada e não enfrentam o problema de maneira tão dramática quanto as metrópoles do chamado Sul. E isso deveria ser feito a passo acelerado, pois no próximo século as maiores cidades do mundo estarão ao sul do equador.

E que medidas poderiam ser tomadas para resolver o problema do lixo?

O volume de lixo aumenta e muda de natureza à medida que consumimos mais produtos industrializados, empacotados. Precisamos mudar nossos hábitos e investir em soluções tecnológicas. Mas, mais uma vez, as características do nosso país nos fazem adiar a busca de soluções. Como temos um território grande, contentamo-nos em mandar o lixo para os aterros. Acontece que, com a crescente urbanização, é cada vez mais difícil encontrar lugares para novos aterros. Em países pequenos, as discussões não se alongaram tanto, porque não havia espaço e pronto! É o caso da Suíça que utiliza os pequenos aterros compactados e a incineração, porque tem uma população pequena e um território menor ainda. Aqui, temos nos contentado com a 'disseminação' do lixo e com a idéia falsa de que sempre haverá um tapete sob o qual poderemos escondê-lo. A questão se agravará muito nos próximos anos, de tal maneira que as soluções atualmente em debate –

a coleta seletiva, a reciclagem e a incineração com geração de energia – serão imprescindíveis. O que deveríamos estar fazendo é desenvolver essas áreas muito mais rapidamente do que estamos.

Quando foi secretário de Planejamento e, mais tarde, do Meio Ambiente, o senhor tomou iniciativas para tentar diminuir a poluição atmosférica, como a introdução dos carros oficiais movidos a gás natural. Como avalia a situação hoje? A tendência é a poluição se agravar ainda mais?

Embora a Europa do Leste ainda polua o ar em decorrência do atraso tecnológico de suas indústrias ou pelo uso do carvão para fins de aquecimento, o principal poluidor da grande cidade hoje é, sem dúvida, o veículo, por causa do tipo de motor, da poeira levantada e do combustível usado. No passado, tivemos algumas vitórias, como a eliminação do uso de chumbo na gasolina – o que ainda se mantém em alguns países – e a utilização de até 23% de álcool adicionado à gasolina, o que diminui a poluição. Mas tivemos também grandes derrotas, como o desaparecimento do carro a álcool, que sucumbiu diante do boicote promovido pelo *lobby* nacional do petróleo ao Programa Nacional do Álcool. Mas a substituição da gasolina como combustível e a mudança do motor nos automóveis e ônibus se tornarão imperativos em uma civilização motorizada e urbanizada. Nós, que já estávamos à frente nesse setor, retrocedemos em função de interes-

Quais as perspectivas urbanas para o próximo século?

Há uma polêmica entre os teóricos sobre se o próximo século representará o fim das cidades ou seu apogeu. Isso porque, com a entrada na era da informática, alguns postulam que o 'ponto de encontro', antes físico, passará a ser eletrônico. Para eles, o que restará de urbanismo será conservador, dedicado apenas a preservar as cidades existentes e a melhorar aquilo que for possível. Não será um urbanismo inovativo, já que a cidade não será mais necessária como no passado. Eu me alinho às teses contrárias, que discordam que o contato cibernético venha a substituir o encontro físico. Quando se inventou o telefone, também se dizia que não haveria mais necessidade de encontros. Mas aconteceu o contrário. Acredito que agora vai ocorrer fato semelhante: as pessoas vão sentir crescente necessidade de se encontrar, para ancorarem na realidade física as informações do mundo virtual. Aumentará a necessidade de encontros 'olho no olho', para poder, inclusive, debater e refletir sobre o entulhamento de informações que nos bombardeia incessantemente.

Mas, quanto aos problemas urbanos propriamente ditos, o que se prevê?

Se continuar a marcha e os percalços da urbanização neste século, no ano 2025 teremos 61% da população mundial vivendo em cidades grandes e pequenas. Em 1975, eram apenas 37%. Haverá, então, um enorme aumento da população urbana. O Brasil, que em 1975 já tinha 61% da popu-

Esse fracionamento da solidariedade, que presenciamos sobretudo nas grandes cidades, é resultante do receio e da incerteza que as pessoas têm quanto ao futuro



ses políticos e econômicos menores, enquanto outros países avançam, buscando soluções tecnológicas. Os veículos movidos a energia elétrica a partir da hidrólise, que há 10 anos eram um sonho, já estão circulando experimentalmente em Chicago (EUA), Vancouver (Canadá) e algumas cidades da Alemanha e da Suécia. Provavelmente esse será o melhor caminho, pois esse tipo de energia não gera resíduos poluentes. Mas, para que isso se efetive, será necessário vencer a resistência do mundo do petróleo a essa mudança. Não se trata só de uma luta tecnológica, mas também de uma luta política.

lação vivendo em cidades, verá esse índice subir para quase 89% em 2025. O que ocorrerá não será apenas um aumento da urbanização como também o surgimento de grandes metrópoles ao sul do equador. Das 21 grandes metrópoles existentes hoje, 14 já estão em países subdesenvolvidos, que apresentam um déficit de infra-estrutura muito grande e não têm, nem terão, recursos financeiros para cobrir essa deficiência.

O problema não será a quantidade de pessoas que irão morar juntas, mas a velocidade com que isso ocorrerá. A taxa de crescimento acelerada impedirá as cidades de se equiparem a tempo de ▶

acolher as pessoas. Países continentais, como a Índia e a China, terão que criar políticas para enfrentar essa situação. O governo chinês já está construindo cerca de 200 novas cidades em áreas rurais, o que revela a preocupação em fixar a população no campo e torná-la menos móvel.

Mas por que temos a sensação de viver um caos urbano?

O que caracteriza o momento presente?

Não é apenas sensação. É, de fato, um caos. Vivemos um período de transição da história extremamente peculiar, um período de descontinuidades, mais do que de ajustes. Ajuste se tornou

teza do futuro – situação que não é confortável para a humanidade. Nem nos níveis mais próximos do indivíduo, como no campo familiar ou profissional, temos certezas. Há mais medo do que esperança, e esse receio sobre o futuro provoca mudanças nos níveis pessoal e social que já são perceptíveis em nosso meio: as pessoas recuam, para proteger o que é seu. Elas se tornam temerosas e conservadoras, como uma forma de preservar aquilo que conhecem, e passam a desconfiar do que não conhecem. Esse fechamento pessoal e institucional leva à exclusão de tudo aquilo que é diverso e, portanto, a um aumento do preconceito, da intolerância e do sectarismo.



Acredito que existem indícios que permitem lançar a hipótese de que o próximo século seja um século de renascimento, humanista, assim como foi o século 16

uma palavra popular por seu uso na área econômica, mas se analisarmos nossas vidas perceberemos rupturas, não ajustes. Mesmo em áreas relacionadas à economia, o que marca nosso tempo é a mudança, a descontinuidade. A maneira de produzir e as próprias linhas de produção se transformaram e o surgimento das empresas transnacionais colocou estratégias novas na economia. O avanço da democracia causou alterações profundas na política internacional e também na vida cotidiana, como, por exemplo, nas relações familiares, com a ascensão da mulher, e o surgimento da sociedade civil como protagonista importante das decisões, da definição de prioridades e mesmo na execução de tarefas de interesse público. Também os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas foram responsáveis por muitas das rupturas que sentimos hoje. A descoberta do transistor e do satélite e o casamento dessas duas invenções constituindo a telemática fez com que a tese da 'aldeia global' se realizasse na prática. Hoje, as informações fluem com tanta rapidez que o tempo passou à instantaneidade e o espaço entre as pessoas diminuiu. É claro que esses avanços precipitam decisões que mudam profundamente as nossas vidas, alterando a produção, as regras do mercado e causando impacto nas grandes cidades.

Uma consequência imediata de todas essas rupturas é a insegurança: vive-se hoje na incer-

teza do futuro – situação que não é confortável para a humanidade. Nem nos níveis mais próximos do indivíduo, como no campo familiar ou profissional, temos certezas. Há mais medo do que esperança, e esse receio sobre o futuro provoca mudanças nos níveis pessoal e social que já são perceptíveis em nosso meio: as pessoas recuam, para proteger o que é seu. Elas se tornam temerosas e conservadoras, como uma forma de preservar aquilo que conhecem, e passam a desconfiar do que não conhecem. Esse fechamento pessoal e institucional leva à exclusão de tudo aquilo que é diverso e, portanto, a um aumento do preconceito, da intolerância e do sectarismo.

Então, sua avaliação com relação ao que podemos esperar para o século que vem é sombria.

Nem tanto! Nos momentos de ruptura, de transição da história, há também 'sementes de futuro': existem indícios de que um futuro positivo pode ser construído, embora em formatos ainda desconhecidos. Há um novo ator social – a sociedade civil –, há novas formas de gestão e de tomada de decisões, há também novas formas de trabalho, como as parcerias e redes, e novos valores humanos em gestação. Novos valores éticos fundamentarão a política. Eu adoraria ser um historiador do século 22 debruçando-se sobre o século anterior e descrevendo-o como o 'rico Renascimento do século 21'. Acredito que existem indícios que permitem lançar a hipótese de que o próximo século seja um século de renascimento, humanista, assim como foi o século 16; mas, para nós, que estamos vivenciando as rupturas que o antecedem, torna-se difícil reconhecer essa possibilidade. Devemos lutar ainda contra os muitos inimigos desse renascer: a intolerância, os fundamentalismos, a violência, a cupidéz de quem quer transformar a economia de mercado em uma sociedade de mercado. ■

a p e r f e i ç o a m e n t o

PROFISSIONAL

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

PÓS-GRADUAÇÃO NA UERJ

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Mestrado (M) e Doutorado (D)

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

Especialização

Direito - Direito Especial da Criança e do Adolescente; Treinamento em Serviço - Modalidade de Residência Jurídica

Filosofia e Ciências Humanas - Filosofia Contemporânea; História das Relações Internacionais; Sociologia Urbana

Serviço Social - Serviço Social e Saúde, Políticas Sociais

CENTRO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS

Mestrado (M) e Doutorado (D)

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

Especialização

Química - Química Ambiental e Polímeros

Geologia - Projeto de Análise de Bacias

Geociências - Políticas Territoriais no Estado do Rio de Janeiro

Matemática/Estatística - Aprendizagem em Matemática, Computação Gráfica e Multimídia

Engenharia - Engenharia Econômica e Organização Industrial; Engenharia Mecatrônica e Engenharia Sanitária Ambiental

CENTRO BIOMÉDICO

Mestrado (M) e Doutorado (D)

Biologia (M/D), Morfologia (M), Enfermagem (M), Medicina - Cardiologia (M), Endocrinologia (M), Nefrologia (M), Urologia (M), Fisiopatologia Clínica e Experimental (M), Microbiologia (M), Odontologia (M/D) e Saúde Coletiva (M/D)

Especialização

Biologia - Ensino de Ciências, Histologia e Embriologia

Enfermagem - Administração de Serviço de Enfermagem; Enfermagem Ginecológica; Enfermagem da Mulher e Obstetrícia Social; Enfermagem Neonatal; Enfermagem Intensivista; Enfermagem na Saúde da Família e da Comunidade

Medicina - Angiologia; Cirurgia Geral; Cirurgia Plástica; Dermatologia; Médico de Família; Neurologia; Psicologia Médica; Psiquiatria; Tisiologia e Pneumologia

Medicina Social - Administração Hospitalar

Nutrição - Nutrição e Atividade Física

Odontologia - Cirurgia e Traumatologia Bucal-Maxilo-Facial; Dentística Restauradora; Endodontia; Odontopediatria; Ortodontia; Periodontia e Prótese Dental

CENTRO DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES

Mestrado (M) e Doutorado (D)

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

Especialização

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

Educação - Educação na Área de Administração e Planejamento e na Área de Supervisão e Orientação; Educação e Reeducação Psicomotora; Altas Habilidades; Dificuldade de Aprendizagem; Prevenção e Reeducação; Teoria da Arte: Fundamentos e Práticas Artísticas; Educação com Aplicação da Informática; Metodologia do Ensino Superior

Comunicação - Comunicação e Espaço Urbano; Jornalismo Cultural; Pesquisa de Mercado e Opinião Pública

Faculdade de Formação de Professores - Língua Inglesa, Língua Portuguesa e História do Brasil

Letras - Língua Inglesa; Língua Portuguesa; Língua Espanhola Instrumental para Leitura; Língua Italiana; Lingüística; Literatura Brasileira; Literatura Portuguesa; Literaturas de Língua Inglesa; Teoria da Literatura; Língua Francesa-Tradução; Língua Latina

Psicologia - Psicopedagogia; Psicologia Jurídica e Clínica Psicanalítica



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro

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

PÓS-GRADUAÇÃO NO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Cursos e áreas de concentração:



Mestrado

Engenharia Elétrica Tel.(021)542-0999

Telecomunicações e Sistemas de Controle

Engenharia Mecânica Tel.(021)295-2547

Mecânica dos Sólidos, Termociências

Engenharia Nuclear Tel.(021)542-0397

Instalações Nucleares

Sistemas e Computação Tel.(021)542-3396

Computação Básica, Tecnologia e Sistemas de Computação

Engenharia de Transportes Tel.(021)295-7146

Planejamento e Operação de Transportes

Engenharia Cartográfica Tel.(021)542-3598

Tecnologia da Informação Geográfica

Mestrado e Doutorado

Química Tel.(021)295-0595
Físico-Química, Química Orgânica

Ciência dos Materiais Tel.(021)542-2049
Comportamento Mecânico dos Materiais,
Física da Matéria Condensada

Informações:

Subdivisão de Cursos de Pós-Graduação
Praça General Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha
Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22290-270

Telefone: (021) 295-6195
Fax: (021) 275-8297
E-Mail: imesd1@adm.ime.eb.br

Período de Inscrição
de julho a outubro

IME: 30 anos de Pós-Graduação

Curso gratuito para civis, com possibilidade de concessão de bolsa de estudo pelos órgãos governamentais de fomento ao ensino e à pesquisa.

especialista em diversidade



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

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

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



CONHECIMENTO EM
COMÉRCIO E SERVIÇOS

www.sp.senac.br

(011) 236-2000

Pós-Graduação Stricto Sensu

Mestrado em Educação (*)

Início: Agosto

Inscrições: Maio e Junho

Seleção: Julho

Duração do Curso: 2 anos

Nº de Vagas: 20

Linhas de Pesquisa:

- . Fundamentos da educação na perspectiva da formação do educador
- . Ensino Fundamental

Informações: Tel.: (054)316-8290 e (054)316-8291

e-mail: cpgfaed@upf.tche.br

<http://www.upf.tche.br/~cpgfaed>

Mestrado em Agronomia (*)

Área de Concentração: Fitopatologia

Inscrições: Outubro/Novembro

Seleção: Dezembro

Duração: 2 anos

Início: Março

Vagas: 10

Informações: Tel.: (054)316-8151 e (054)316-8152

E-mail: famv@upf.tche.br

Linhas de Pesquisa:

- . Controle de doenças por práticas culturais
- . Quantificação de perdas causadas por doenças de plantas
- . Melhoramento genético de plantas visando a resistência à doenças
- . Epidemiologia
- . Bioquímica aplicada à fitopatologia
- . Controle químico de doenças
- . Sobrevivência de fitopatógenos
- . Modelos matemáticos aplicados à fitopatologia
- . Controle biológico de doenças
- . Biotecnologia aplicada à fitopatologia

(*) RECOMENDADOS PELA CAPES

Mestrado em História

Área de Concentração: História Regional

Início: Agosto

Inscrições: Maio a Julho

Seleção: Julho

Duração: 2 anos

Linhas de Pesquisa:

- . História Política
- . Processos de ocupação do espaço, práticas sociais e trabalho

Vagas: 15

Informações: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Tel.: (054)316-8337 / (054)316-8339

Fax: (054)316-8125

E-mail: pghis@vitoria.upf.tche.br

agência experimental UPF

ESPECIAL

O caminho do aperfe

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

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

Encontrar soluções criativas, enfrentar cenários desconhecidos, identificar as melho-



**Vice-Reitoria
de Pesquisa e
Pós-Graduação**

LIZAÇÃO

çoamento profissional

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

Diplomas de especialização não representam apenas algumas linhas a mais no currículo. São passos certos na direção da estabilidade na carreira e das vantagens financeiras. Profissionais qualificados são disputados por empresas nacionais e estrangeiras que investem em tecnologias inovadoras.

Definir metas é a primeira medida para quem sabe que o conhecimento é um atalho para o crescimento profissional. Ter uma visão ampla da carreira e reconhecer quais as reais necessidades do mercado são as bases para chegar à escolha certa de um curso de pós-graduação ou especialização.

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

Universidade Santa Cecília
Pós-Graduação



Lato Sensu

- Avaliação e Perícia em Engenharia
- Computação e Sistemas Digitais
- Controle e Gestão Ambiental
- Engenharia de Segurança no Trabalho
- Tecnologias de Comunicação na Educação
- Gestão Integrada do Trânsito
- Logística
- Criação Teatral

Stricto Sensu

- Engenharia Elétrica
- Engenharia Mecânica

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



Univap
Universidade do Vale do Paraíba

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM DIREITO ESPACIAL E
GERENCIAMENTO INTERNACIONAL
DO ESPAÇO EXTERIOR**

Disciplinas divididas em 15 módulos:
Junho/1999 a novembro/2000
Destinado a graduados ou não em Direito.
Local: Faculdade de Direito da UNIVAP

Inscrições abertas
Fone/Fax: (012) 349.1308
E-mail: acanhoto@univap.br

Enviar curriculum para: Alberto Eugenio Canhoto - UNIVAP
Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova - CEP: 12244-000
São José dos Campos - SP

Escola de Extensão da Unicamp

Mais de 1.100 cursos programados para 99

Neste ano, a Escola de Extensão da Unicamp chegará a cerca de 15 mil alunos em todo o país. Com dedicação, ela está atendendo a trabalhadores da indústria, funcionários do setor público e cidadãos que buscam uma melhor qualificação profissional e técnica. São mais de 40 mil horas/aula de educação continuada, ministradas por seus docentes e pesquisadores nas seguintes áreas do conhecimento: biologia, computação, economia, educação, educação física, enfermagem, ensino de línguas, engenharias (de alimentos, agrícola, civil, elétrica, mecânica e química), física, geociências, linguagem, matemática, medicina, neurolingüística, odontologia, processamento de dados, química e tecnologias.

Modalidades

- Disciplinas de extensão (duração mínima de 8 horas)
- Cursos de extensão (duração mínima de 30 horas)
- Cursos de atualização (180 horas)
- Especialização técnica em nível médio (360 horas)
- Especialização/extensão pós nível superior (360 horas)



Campus da Unicamp em Campinas

Escola de Extensão da Unicamp,
um órgão da Pró-Reitoria de Extensão
e Assuntos Comunitários

<http://www.unicamp.br/extecamp/>

E-mail: extecamp@unicamp.br

Fone: (019) 788-4646 Fax: (019) 788-4645



A Universidade de São Paulo através da **CECAE** - Coordenadoria Executiva de Cooperação Universitária e de Atividades Especiais e em parceria com **ICS-UNIDO**, está organizando os seguintes workshops:

“Novas Tendências na Aplicação Industrial de Lasers” dias 10 e 11 de Junho de 1999

“O Estado da Arte da Aplicação de Laser em Oftalmologia” dia 12 de Junho de 1999

Local: Auditório do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN
Cidade Universitária - São Paulo

Organização: ICS/UNIDO - International Center for Science and High Technology /
United Nations Industrial Development Organization

Apoio: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN
Escola Paulista de Medicina - UNIFESP

Realização: CIETEC - Centro Incubador de Empresas Tecnológicas

Para informações:

Tel.: (011) 818-4164, 818-3903 Fax: (011) 818-4351, 211-0922

Internet: <http://cecae.usp.br/actualtec> - E-mail: actualtec@org.usp.br

Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav. J, 374, 7º andar Cidade Universitária - SP - CEP. 05508-900

Arte: Daniel Teodoro email: skill@loja.net

► Pós-Graduação na **METODISTA**

Para quem tem um
projeto profissional superior.



ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU

Administração e Comunicação

- Administração
- Administração de Banco de Dados
- Administração Geral
- Administração Financeira
- Comunicação Mercadológica
- Gestão do Comércio Internacional
- Marketing
- Modernização nas Relações de Trabalho

Saúde

- Ciências Biológicas
- Cirurgia e Traumatologia
- Buco-maxilo-facial
- Dentística Restauradora
- Endodontia
- Musicoterapia
- Odontologia
- Psicologia
- Psicologia Esportiva
- Psicologia Organizacional
- Radiologia Odontológica

Educação

- Educação
- Educação Pré-escolar (0 a 6 anos)
- Educação Religiosa Escolar
- Matemática
- Metodologia do Ensino Superior
- Psicopedagogia
- Psicopedagogia da Educação Especial
- Português: Língua e Literatura
- Supervisão (Coordenação Pedagógica, Administração e Planejamento Educacionais)

Inscrições:

de **21/06/99**
a **23/07/99**



Universidade
Metodista
de São Paulo

DESDE 1938

Informações:

(011) 4366.5576

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



NEUROQUÍMICA

A REABILITAÇÃO DO CAFÉ

O efeito estimulante do café não produz dependência. Essa é a conclusão de um estudo de Astrid Nehlig e colaboradores, do Instituto Nacional de Pesquisas Médicas e da Saúde (INSERM) de Estrasburgo (França). Os pesquisadores es-

tudaram os efeitos da cafeína nas regiões do cérebro afetadas por drogas que criam dependência, como a cocaína. Testando ratos, com marcadores radioativos, verificaram que doses de cafeína, equivalentes a 10 xícaras de café para uma pessoa, aumentaram a atividade cerebral

nas regiões associadas à locomoção, ao humor e ao estado de alerta, mas não ativaram as regiões associadas à dependência. Resultados análogos foram obtidos por tomografia de emissão de pósitrons (PET) num paciente humano.

Science, 9/4/99

NUTRIÇÃO

DIETA SEM GORDURA PODE PREJUDICAR O CORAÇÃO

Pesquisas realizadas por Ronald M. Krauss, do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley (EUA), e colaboradores indicam que, ao contrário do que se pensava, dietas pobres em gorduras tendem a aumentar o risco de doenças cardiovasculares.

Num estudo inicial com 238 homens saudáveis, um grupo recebeu alimentos com um mínimo de 40% de calorias derivadas de gorduras enquanto outro grupo seguiu uma dieta de apenas 20 a 24% de calorias dessa origem. Entre os participantes com alimentação pobre em gorduras, um terço sofreu alterações prejudiciais no teor de lipídios no sangue.

As lipoproteínas de baixa densidade (LDL ou mau colesterol) tornaram-se anormalmente pequenas levando a um alto risco de doenças cardíacas. Outros fatores de risco constatados nesse grupo foram

o aumento de triglicerídeos e a redução das lipoproteínas de alta densidade (HDL ou bom colesterol).

No estudo mais recente, 38 dos participantes que não tinham sofrido alterações dos lipídios receberam alimentação com apenas 10% de calorias derivadas de gordura. Um terço deles passou a mostrar o LDL anormalmente pequeno. Além disso, esse grupo mostrou, no sangue, concentrações

mais elevadas de lipoproteínas de densidade intermediária (IDL), indicador mais forte para risco de doenças cardíacas.

American Journal of Clinical Nutrition, 3/99

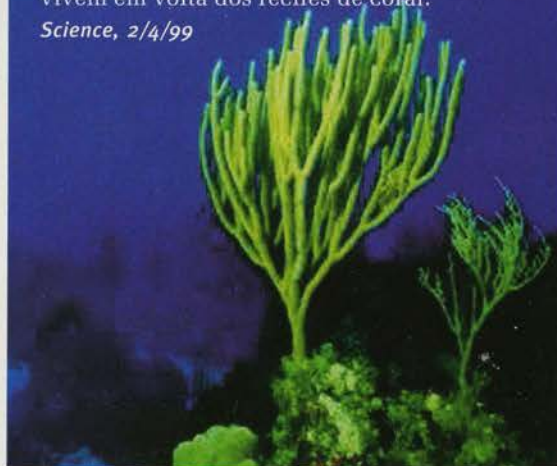


ECOLOGIA

DIÓXIDO DE CARBONO PREJUDICA BANCOS DE CORAL

O aumento do dióxido de carbono na atmosfera pode prejudicar os bancos de coral oceânicos. Com os mais variados ecossistemas e quase 60% ameaçados por ações antropogênicas, os bancos de coral, formados por carbonato de cálcio, fornecem nutrientes e abrigos para muitas espécies de vida marinha, além de protegerem a costa de erosões. Joan A. Kleypas, do Centro Nacional para Pesquisas Atmosféricas, em Boulder, Colorado (EUA), e colaboradores dos Estados Unidos, da França e da Austrália analisaram a ação do dióxido de carbono atmosférico dissolvido na água salgada do mar, que se torna mais ácida e impede a formação de carbonatos. Os pesquisadores calculam que a precipitação do carbonato de cálcio já diminuiu em média de 6 a 11% desde a revolução industrial e deverá baixar outros 8 a 17% se os níveis de dióxido de carbono dobrarem seus valores pré-industriais. Os autores sugerem que os principais efeitos serão corais enfraquecidos, taxa de crescimento reduzida e maior vulnerabilidade à erosão. Isso pode acabar causando mudanças nas estruturas, reprodução e funcionamento das comunidades que vivem em volta dos recifes de coral.

Science, 2/4/99



FÍSICA

A ORIGEM DA SONOLUMINESCÊNCIA

Após 10 anos de trabalho e centenas de artigos publicados sobre a sonoluminescência, Sascha Hilgenfeldt, da Universidade de Harvard (EUA), e colaboradores acabam de dar uma explicação sobre o fenômeno. A sonoluminescência é a emissão regular de pulsos de luz ultracurtos e ultra-intensos, produzidos pelo colapso de bolhas de gás num líquido, com velocidade supersônica. Uma bolha com diâmetro de um fio de cabelo comprime o gás em seu interior ao colapsar, elevando sua temperatura até 20 mil ou 30 mil Kelvin, criando um plasma de íons, elétrons e átomos neutros. A bolha então se expande e a energia acumulada é convertida em um pulso de luz. O processo se repete periodicamente em intervalos de 20 microssegundos (milionésimos de segundos). A explicação combina acústica, dinâmica dos fluidos, termodinâmica, ótica, física de plasmas e física quântica.

Nature, 1/4/99

ECOLOGIA

LEI MATEMÁTICA PARA A BIODIVERSIDADE

John Harte e Jessica Green, da Universidade da Califórnia em Berkeley, e Ann Kinzig, da Universidade Estadual do Arizona (EUA), deduziram a lei matemática que dita a relação entre o número de espécies biológicas e a área que elas ocupam. A mais antiga lei da ecologia, formulada pelo naturalista alemão Alexander von Humboldt no século 19, diz que a diversidade de espécies cresce com a área por elas ocupada. A lei recém-deduzida, baseada em teorias de fractais, já havia sido proposta empiricamente, sem justificativa adequada. Os novos resultados poderão ser empregados para tornar mais racionais as iniciativas de conservação da biodiversidade. Em vez de concentrar esforços na preservação de habitats, como se faz usualmente, os cientistas mostram que é ainda mais importante aumentar a área disponível para ocupação pelas diversas espécies.

Science, 9/4/99

D O bocejo tem origem na vida fetal. Estudos com ultrassom mostraram que o feto boceja e tem soluço desde a décima-primeira semana de sua formação. Cientistas norte-americanos sugerem que o bocejo, essencial para o bom desenvolvimento pulmonar do feto, ajuda a limpar os pulmões de excreções que contaminam o líquido amniótico. Os pesquisadores não excluem a possibilidade de o bocejo ter um papel social no ser humano, ligado a momentos enfadonhos ou sono.

D Baseados em estudos do genótipo de várias famílias, cientistas da firma francesa Genset anunciaram a descoberta de um terceiro gene associado ao câncer de próstata. Um terço dos casos estudados apresentava os três genes. A empresa patenteou os dados genômicos que podem levar a novos medicamentos.

Físicos do Laboratório Lawrence-Livermore, na Califórnia (EUA), produziram fusão termonuclear sobre uma mesa de 1 m por 3,5 m, bombardeando amostras de deutério (hidrogênio pesado) com pulsos de *laser*. Embora o sistema consuma 10 milhões de vezes mais energia do que produz, ele poderá ser útil na construção de fontes compactas de nêutrons, em vez dos enormes equipamentos hoje utilizados.

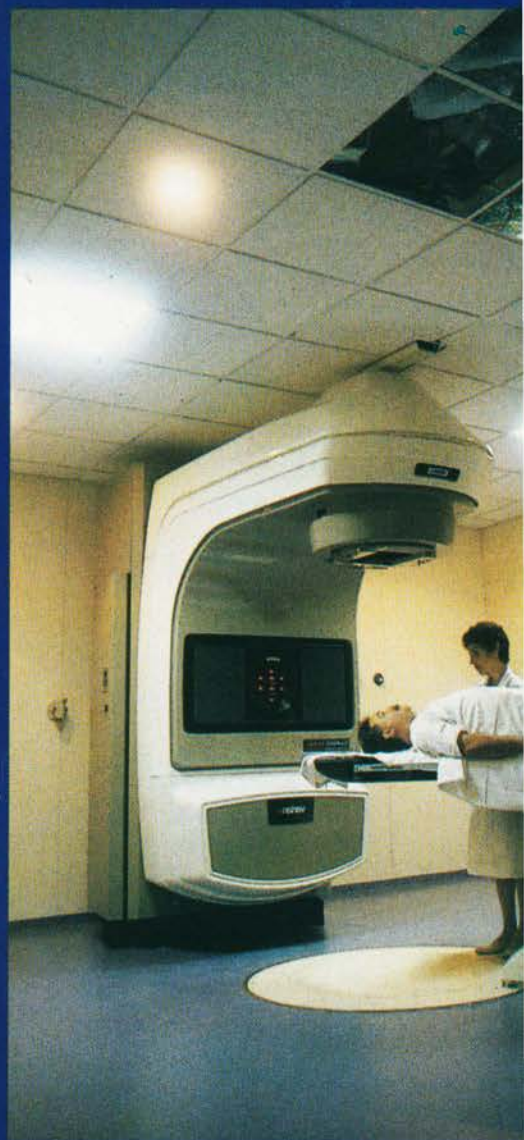
Resultados de pesquisas *in vitro*, efetuadas na Universidade da Califórnia, em Davis (EUA), mostraram que o suco de maçã contém antioxidantes que reduzem os níveis do mau colesterol (LDL). Além de o suco ser mais nutritivo do que se pensava, ele contém um alto teor de compostos fenólicos com potencial protetor para doenças cardíacas.

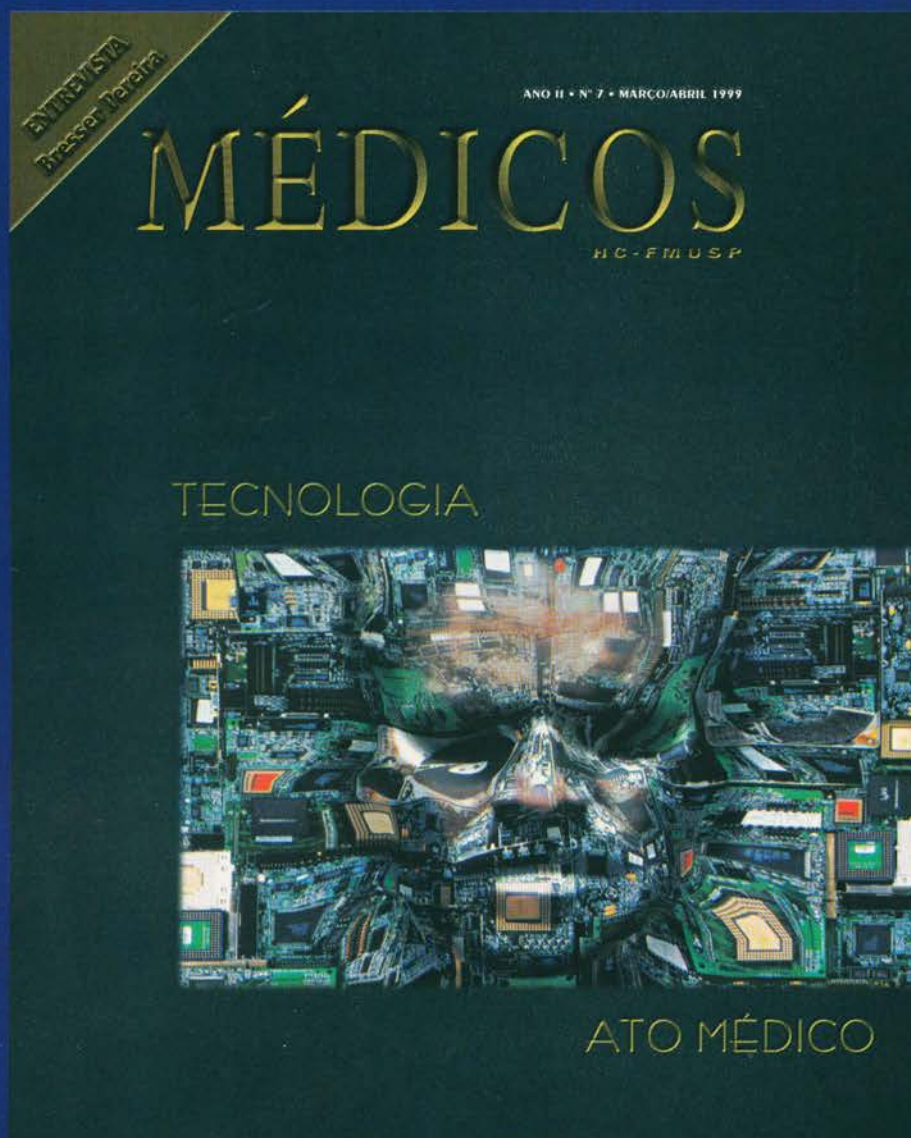
Dentro de alguns meses, o livro eletrônico será lançado na França. Do tamanho de um livro comum, ele é bem leve e pode armazenar até 500 mil palavras — uma dúzia de livros impressos. Ele pode ser lido no escuro e seu menu permite mudar o tamanho das letras, destacar trechos em negrito, sublinhar ou procurar palavras.

D Cientistas norte-americanos afirmam que o chocolate pode fazer bem à saúde. Um tablete de 40 g de chocolate amargo contém 600 mg de polifenóis, compostos antioxidantes que eliminam os radicais livres potencialmente perigosos. É o equivalente a dois dias de uma dieta de frutas ou verduras.

Depois de quatro meses de aulas de piano, crianças de escola primária apresentaram resultados substancialmente melhores em testes de habilidade matemática do que os colegas que estudaram apenas o próprio idioma. Os neurologistas norte-americanos responsáveis pelos testes acreditam que as lições de piano ajudam a desenvolver determinadas áreas do cérebro.

MICHELINE NUSSENZVEIG • *Ciência Hoje/RJ*





A melhor escola
Medicina de ponta
Uma excelente revista

Em razão de suas propriedades físico-químicas peculiares, o diamante é um dos mais singulares 'presentes' da natureza. Seu nome (do grego *adámas* = incontestável, indomável) deriva da altíssima dureza que apresenta, a maior verificada no reino mineral. Por mais de 150 anos, durante os séculos 18 e 19, o Brasil foi o maior produtor mundial dessa gema, até a descoberta dos ricos depósitos da África do Sul, Rússia e Austrália. No cenário nacional destacam-se as províncias diamantíferas do Alto Paranaíba e da Serra do Espinhaço, em Minas Gerais, as duas maiores reservas do Sudeste brasileiro, ainda hoje com significativo impacto na economia daquelas regiões.

O estudo da mineralogia do diamante na Serra do Espinhaço tem permitido, graças à extraordinária resistência dessa pedra preciosa aos processos geológicos que atuam na crosta terrestre, identificar diversos ciclos de erosão e sedimentação. Por seus aspectos típicos, é o único mineral que permaneceu no registro geológico desde um período muito remoto, o Proterozóico Médio, há aproximadamente 1,7 bilhão de anos. Foi no Espinhaço que desenvolvemos pesquisas na tentativa de responder uma velha pergunta da geologia brasileira: a partir de que rochas-fonte o diamante ter-se-ia espalhado pela região? Embora os dados coletados não admitam uma resposta conclusiva, certamente contribuem para o entendimento do problema.

Mario Luiz de Sá Carneiro Chaves

Instituto de Geociências,
Universidade Federal de Minas Gerais

Darcy Pedro Svisero

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

Escala de Mohs

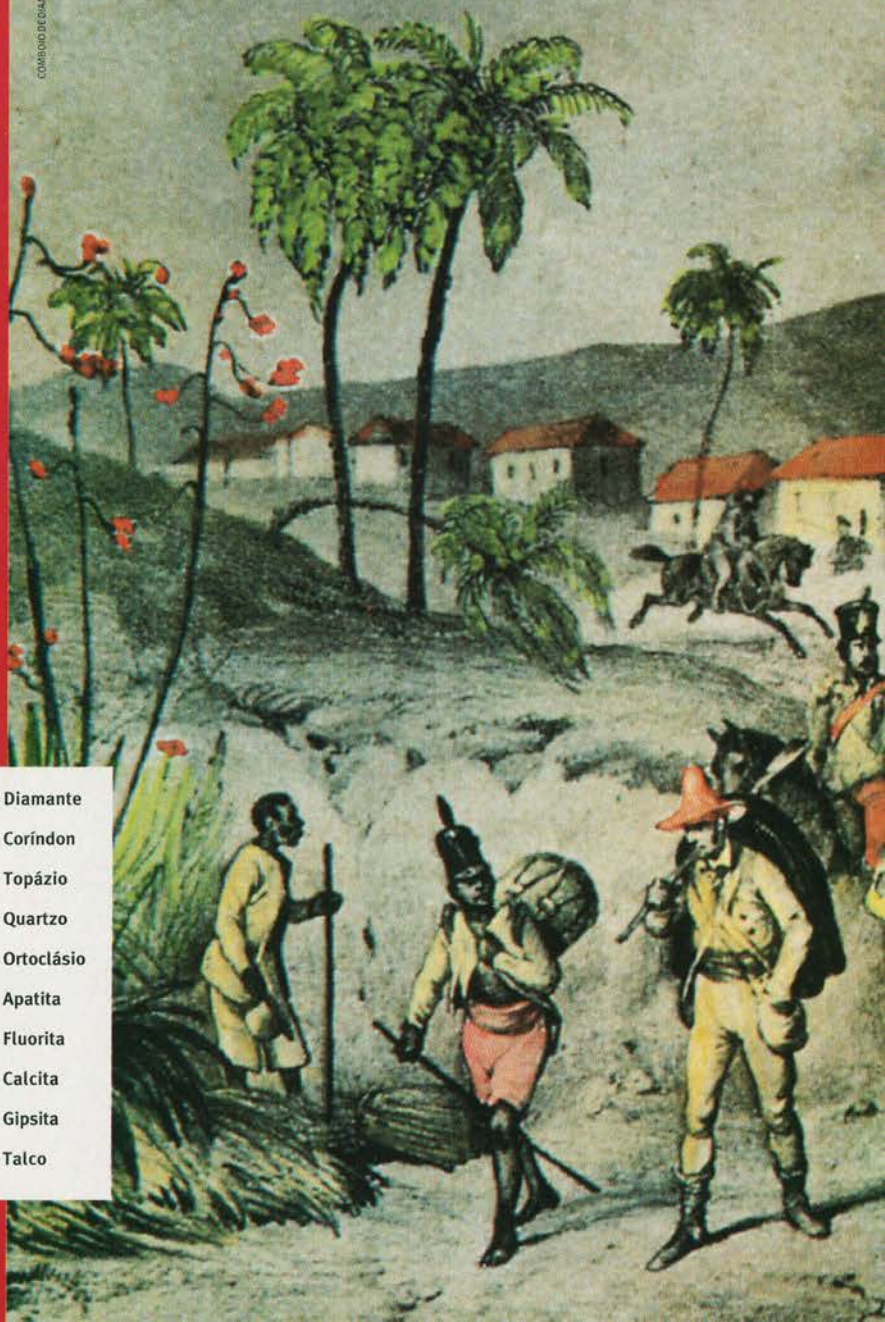
A escala criada pelo mineralogista austríaco Friedrich Mohs (1773-1839) no início do século 19 classifica os minerais segundo sua dureza. Entre o talco, o mais 'tenro', e o diamante, o mais resistente, Mohs reconheceu oito diferentes graus de dureza entre os minerais. Mas esses intervalos não são regulares. A escala é uma simples classificação da dureza dos minerais e foi feita levando em conta que cada mineral arranha os de número inferior. Assim, entre o diamante (dureza 10) e seu seguidor imediato, o coríndon (dureza 9), há uma diferença de dureza 10 vezes maior que aquela entre o coríndon e o talco (dureza 1).

- 10 • Diamante
- 9 • Coríndon
- 8 • Topázio
- 7 • Quartzo
- 6 • Ortoclásio
- 5 • Apatita
- 4 • Fluorita
- 3 • Calcita
- 2 • Gipsita
- 1 • Talco

Diamante

Qual terá sido o caminho das pedras?

COMBOS DE DIAMANTES EM MINAS GERAIS (1908) (JHEB) FOTO: PEDRO OSVALDO DE CRUZ



s de Minas Gerais

A maior parte da produção mundial de diamantes provém hoje da África do Sul, Austrália e Rússia, onde o mineral é lavrado diretamente em rochas primárias conhecidas como kimberlitos e lamproítos. Nessas rochas magmáticas ultrabásicas, raras na crosta terrestre, o diamante está disseminado em teores que variam de 1 a 3 quilates por metro cúbico (ct/m^3), embora o lamproíto de Argyle, na Austrália, apresente o formidável teor de $18 \text{ ct}/\text{m}^3$. A descoberta da jazida de Argyle, em 1986, fez com que a Austrália passasse de um país não-produtor de diamantes

para o de maior produtor mundial, com cerca de 40 milhões de quilates extraídos só em 1997.

O diamante tem origem no manto da Terra em profundidade superior a 150 km. Atualmente o meio científico aceita a hipótese de que os kimberlitos e lamproítos são apenas o meio de condução do mineral desde a sua fonte, no manto, até a litosfera. Nos últimos 20 anos, seu estudo tem sido amplamente desenvolvido por serem considerados como uma das raras 'janelas' para o manto na superfície do planeta. ▶



O kimberlito ocorre principalmente nas zonas de crátons, porções da crosta terrestre estáveis desde o período Pré-Cambriano. A figura 1 apresenta as principais zonas cratônicas da Terra, identificando maior ou menor ocorrência de intrusões kimberlíticas. No Brasil, há três áreas cratônicas, sendo a principal delas o cráton Amazônico. Ao norte do Mato Grosso e sul de Rondônia já foram encontrados kimberlitos com diamantes, cuja viabilidade econômica de exploração vem sendo estudada. O cráton do São Francisco, que ocupa grande parte de Minas Gerais, destaca-se no Sudeste brasileiro. Nele, no entanto, não se conhecem rochas kimberlíticas mineralizadas.

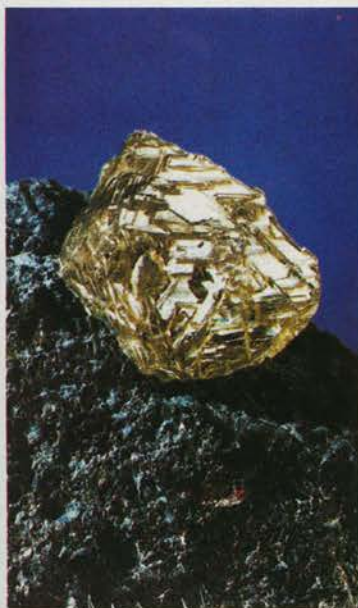
Embora os teores diamantíferos sejam mais expressivos em matrizes primárias, o percentual de diamantes gemológicos é em geral baixo nessas rochas, predominando os de interesse industrial. No caso da mina de Argyle, por exemplo, apenas 5% de seus diamantes têm qualidade gemológica, fazendo com que o preço médio do quilate das pedras aí produzidas seja de US\$ 10. A proporção de diamantes gemológicos encontrados nos kimberlitos sul-africanos varia entre 10-25%, e o preço do quilate gira em torno de US\$ 40. Cristais de alta quilatagem podem, no entanto, ocorrer com mais frequência nesses depósitos primários. O maior diamante já encontrado, o Cullinan, pesava 3.106 ct antes de ser lapidado em nove pedras, a maior das quais está encravada na parte frontal da coroa britânica.

Estudos feitos nas principais províncias diaman-

tíferas do sul e oeste africano demonstraram que, a partir de suas fontes primárias, os diamantes se espalharam por milhares de quilômetros quadrados. Observou-se uma sistemática redução na média do tamanho dos cristais quanto mais eles se afastavam de seu local de origem, deslocando-se por via fluvial ou marinha. Tal redução, no entanto, é acompanhada de expressiva melhora gemológica, pois os diamantes de qualidade inferior são destruídos durante o transporte.



Diamante incrustado em kimberlito da mina Mir, na Sibéria, Rússia



Minerais e gemas

Um mineral é um corpo sólido de origem natural formado por processos inorgânicos, de composição química e estrutura cristalina definidas e constantes. A ciência dos minerais é a mineralogia, da qual um dos ramos é a gemologia, que estuda as gemas e suas propriedades. As gemas – medidas pelo peso-padrão do quilate (ct), equivalente a 0,2 g – são minerais dotados de propriedades físicas especiais (transparência, brilho e/ou cores atrativas), podendo servir como adorno pessoal após trabalhados pelo homem. O diamante, composto de carbono puro, é certamente o mais importante dos minerais gemológicos.

Os diamantes encontrados na natureza podem ser mono ou policristalinos. Os monocristalinos simples são caracterizados por formas típicas como o cubo, o octaedro e o dodecaedro rômbo, podendo ser gemológicos ou não. Entre as variedades policristalinas, destacam-se o *bort*, o *ballas* e o carbonado, de interesse exclusivamente industrial. O primeiro é um agregado complexo de microcristais de tamanhos e formas irregulares. O *ballas* é um agregado esférico ou semi-esférico onde os cristallitos estão dispostos radialmente. O carbonado é uma designação brasileira, largamente aceita na literatura mineralógica, para definir um agregado cinza ou preto, muito poroso e de aspecto irregular, com cristallitos de diamantes de tamanho muito reduzido, da ordem de 0,01 a 0,001 mm.

O diamante em Minas Gerais

No Brasil, a descoberta oficial de diamantes ocorreu em 1729 nas imediações do município

mineiro de Diamantina. Muito antes,

porém, pedras dessa região já chegavam à Europa.

Por mais de 150 anos o Brasil foi o maior produtor mundial do mineral,

até a descoberta dos depósitos sul-africanos. Historicamente Minas Gerais é o maior produtor dessa gema no Brasil, tendo a Bahia, Mato Grosso e Pará se destacado em alguns curtos períodos. Ainda hoje os diamantes têm importância no setor mineral da região, sendo sua lavra efetuada em aluviões por companhias de mineração ou garimpeiros independentes. Destacam-se ainda campanhas de prospecção visando descobrir e explorar as rochas-fonte primárias do mineral, como se faz na África, Austrália e Rússia.

Os principais depósitos diamantíferos de Minas Gerais concentram-se em duas macrorregiões, designadas na nomenclatura geológica como 'províncias' minerais do Espinhaço e do Alto Paranaíba, respectivamente no centro-norte e sudoeste do estado (figura 2). A província do Espinhaço notabiliza-se por sua importância econômica, destacando-se nesse cenário a região de Diamantina. A Serra do Espinhaço é constituída por um conjunto de rochas metamórficas intensamente dobradas, incluindo quartzitos, filitos e conglomerados, que representam originalmente sedimentos depositados em rios, taludes serranos, desertos, lagunas e mares rasos.

A idade de formação desses depósitos é atribuída ao Proterozóico Médio, a partir de datações radiométricas obtidas em rochas e minerais vulcânicos presentes no conjunto sedimentar. Há diversos tipos de depósitos diamantíferos no Espinhaço. O mais antigo é o Conglomerado Sopa, rocha de origem sedimentar que ocorre nas porções basais do complexo serrano. A partir dele o diamante espalhou-se para depósitos sedimentares mais jovens, sobretudo em certos períodos do Cretáceo Inferior (há cerca de 136-100 milhões de anos), Terciário Superior (há cerca de 7-1,5 milhões de anos) e Quaternário (de cerca de 1,5

Figura 1. Os grandes depósitos primários de diamante do globo concentram-se nas áreas cratônicas (em amarelo). Os maiores são indicados por losangos grandes e os menores por losangos pequenos

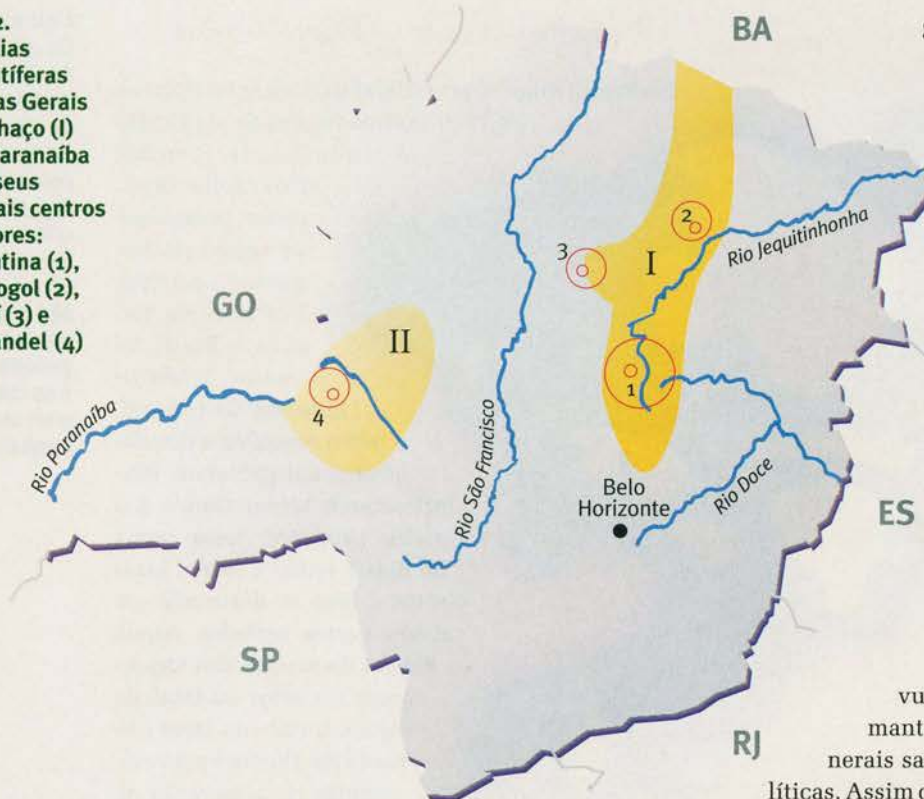


Certas formas mono e policristalinas, como cubos, *borts* e carbonados, são pulverizadas durante o registro geológico, depois de reduzidas a partículas muito finas. Experimentos feitos pela mineradora sul-africana De Beers mostraram que seis horas de moagem foram suficientes para reduzir o *bort* e pedras defeituosas do Zaire em partículas de peso inferior a 0,001 ct. Submetidos ao mesmo procedimento, diamantes da costa da Namíbia com formas cristalinas perfeitas perderam apenas 0,01% de seu peso após quase mil horas de moagem.

Os cristais de diamante de forma dodecaédrica são mais resistentes ao transporte, pois seu coeficiente hidrodinâmico, resultante do grande número de faces naturalmente arredondadas, é maior que o daqueles que têm forma de cubo ou octaedro. Depósitos da Namíbia, por exemplo, apresentam um número desproporcionalmente grande de cristais dodecaédricos.

Com a evolução do registro geológico, os diamantes tendem a sofrer as seguintes modificações: redução do tamanho médio dos cristais; preservação dos dodecaedros nas formas monocristalinas; queda expressiva do número de pedaços quebrados; pulverização dos *borts* e cristais com defeitos ou inclusões; aumento do número de cristais gemológicos.

Figura 2.
Províncias
diamantíferas
de Minas Gerais
– Espinhaço (I)
e Alto Paranaíba
(II) – e seus
principais centros
produtores:
Diamantina (1),
Grão Mogol (2),
Jequitaiá (3) e
Coromandel (4)



**Mineração
aluvionar
de diamantes
no Rio
Jequitinhonha,
em
Diamantina:
grandes
dragas
da Mineração
Rio Novo
escavam
o leito do rio**

milhão de anos atrás até o presente). As rochas-fonte primárias da região não são conhecidas, e os minerais indicadores típicos dessas rochas (minerais satélites) estão ausentes.

Na província do Alto Paranaíba, no entanto, várias chaminés de rochas kimberlíticas semelhantes às fontes vulcânicas primárias do diamante russo e sul-africano são conhecidas desde a década de 1960. Embora ainda não tenham sido detectados kimberlitos mineralizados de interesse econômico na re-

gião, muitas mineradoras têm feito intensas pesquisas na área em função da presença de diamantes em dezenas de rios e córregos, principalmente nas proximidades do município de Coromandel.

De grande importância para a geologia do diamante do Alto Paranaíba é a Formação Uberaba, constituída de depósitos sedimentares do Cretáceo Superior (há cerca de 100-65 milhões de anos).

Esses depósitos de arenitos, conglomerados e tufos vulcânicos parecem ter se formado na época das atividades vulcânicas que trouxeram os diamantes, pois apresentam diversos minerais satélites típicos de rochas kimberlíticas. Assim como na região de Diamantina, há também depósitos sedimentares terciários e quaternários, os quais, pela maior facilidade de extração, são mais intensamente lavrados.

A quantidade de diamante nessas províncias varia segundo características geológicas responsáveis pela concentração do mineral em certas porções do sedimento ou da rocha sedimentar. Os diamantes lavrados no Conglomerado Sopa desde o século passado têm, em média, de 0,01 a 0,1 ct/m³ de rocha. São teores muito baixos se comparados aos dos kimberlitos sul-africanos, que apresentam valores médios de até 6 ct/m³.

Em depósitos de aluvião recentes, como no Rio Jequitinhonha, as concentrações são ainda menores. Nesse local, a Mineração Tejucana opera com ínfimos 0,008 ct/m³. Mas como o volume de material lavrável é excepcionalmente grande, compensa investir na lavra mecanizada do depósito. Os diamantes da região de Diamantina são em geral pequenos, com 0,3 ct em média, sendo raras as pedras com mais de 10 ct.

No Alto Paranaíba, o conglomerado da Formação Uberaba é lavrado desde 1888 na Mina de Romaria, com teores variáveis entre 0,03 e 0,07 ct/m³. Outros corpos de conglomerado e tufos



FOTO: CORTESIA DA MINERAÇÃO RIO NOVO

Detalhe do conglomerado diamantífero Sopa, nas proximidades de Diamantina (MG)



FOTO MARIO LUIZ DES.C. CHAVES

Como o diamante é um mineral gemológico, seu preço é definido não só em função do peso, mas principalmente de suas particularidades físico-químicas. Em geral de excelente qualidade, as pedras da Serra do Espinhaço alcançam elevada cotação no mercado. Na região de Diamantina o preço do quilate gira em torno de US\$ 150, podendo, em certas áreas, alcançar até US\$ 400. Como no Alto Paranaíba os diamantes têm baixa qualidade gemológica (apesar de maiores que os de Diamantina), os preços médios são inferiores. Do ponto de vista gemo-

vulcânicos também já foram lavrados nas proximidades de Coromandel. Deve-se, porém, destacar a ocorrência de grandes diamantes nessa região. O maior deles, com 726 ct, encontrado no rio Santo Antônio do Bonito em 1938, era na época o quarto maior do mundo. Nesse mesmo rio foi encontrada em 1993 uma pedra com 602 ct, a segunda maior do Brasil, e em agosto de 1998, uma outra com 481 ct. Quase todo ano aparece um grande diamante nessa província, cujo padrão de peso é muito maior que o da Serra do Espinhaço.

lógico, as pedras de boa qualidade são mais hialinas e apresentam baixas taxas de imperfeições internas.

A fonte distante dos diamantes do Espinhaço

Os dados disponíveis indicam forte semelhança entre os diamantes aluvionares da região do Alto Paranaíba e aqueles extraídos diretamente de kimberlitos e lamproítos. Demonstram ainda que as

Seleção natural no mundo mineral

A partir da publicação do célebre *Sobre a origem das espécies*, de Charles Darwin, em 1859, o paradigma da seleção natural foi se tornando progressivamente aceito pela maioria dos pesquisadores do mundo animal e vegetal. No reino mineral, porém, o termo não é empregado, embora a 'resistência' de certas espécies seja uma evidência relatada cotidianamente por geólogos e mineralogistas em seu trabalho de prospecção.

O grau de resistência de um mineral ao longo do curso de um rio, por exemplo, dependerá diretamente de fatores inerentes às suas características físico-químicas. Durante o percurso, ele tenderá a pulverizar-se cada vez mais, e seu tempo de 'vida' varia em função de propriedades como composição química e estrutura cristalina, dureza, modo de clivagem e, sobretudo, pureza.

Os gemólogos relacionam pureza à frequência de inclusões estranhas e/ou microfraturas no interior do mineral hospedeiro. Conseqüentemente, quanto mais impuro for um mineral, maior será sua tendência à pulverização em um meio de transporte ativo como o fluvial ou marinho. Não é por acaso que 99% da areia de praia se constituem de quartzo, uma estrutura rígida formada por tetraedros de SiO_2 (dióxido de silício).

O caso do diamante é particularíssimo. Além de sua estabilidade química, sua resistência ao desgaste físico e a fortes variações de temperatura e pressão faz com que, após desprender-se de sua rocha-matriz original, ele tenda a permanecer no registro geológico. Uma população de diamantes ou outro mineral com características físicas 'perfeitas' deve, portanto, indicar, em termos estatísticos, uma longa e complexa história, na qual o material mais resistente ficou preservado.

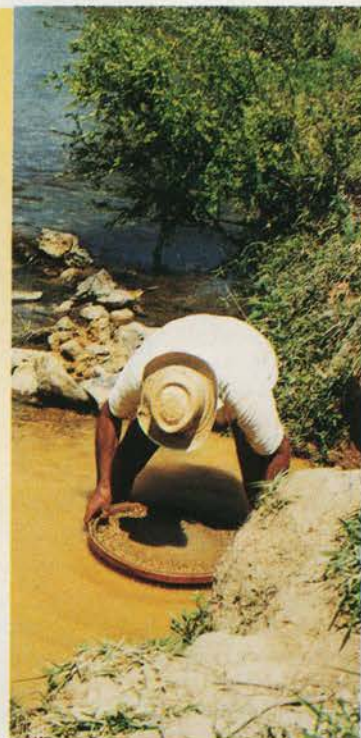


FOTO MARIO LUIZ DES.C. CHAVES



FOTO MARIO LUIZ DES. CHAVES

À esquerda, topo da borda norte da Serra do Cabral, na região de Jequitai (MG), com restos de um conglomerado diamantífero do Cretáceo Inferior. À direita, nas encostas da serra, garimpeiros exploram diamante

rochas-fonte daquela província estão relativamente próximas umas das outras, podendo os trabalhos de prospecção que vêm sendo feitos levar à descoberta de aparelhos vulcânicos mineralizados.

A fonte dos diamantes da Serra do Espinhaço, porém, está em local distante, e os minerais encontrados resultam de sucessivos processos de erosão, transporte e nova deposição. Como a área alimentadora da sedimentação da bacia do Espinhaço ficava a oeste,

onde se estende o cráton do São Francisco, presume-se que as desconhecidas rochas primárias estariam nessa região. A identificação de tais fontes, no entanto, é uma tarefa difícil, pois a área foi recoberta por sedimentos marinhos do chamado Grupo Bambuí em período geológico posterior, há aproximadamente 900-550 milhões de anos. Durante o transporte do mineral do cráton até os sítios onde se encontra hoje, certas formas foram sendo selecionadas, e a população de cristais de qualidade gemológica se multiplicou.

Como mostra a figura 3A, a intrusão dos kimberlitos e lamproítos ocorreu antes da formação da bacia do Espinhaço, em profundidades compatíveis com a curva de estabilidade das espécies de carbono, grafita (G) e diamante (D). A erosão das chaminés (figura 3B) e o conseqüente assentamento de depósitos aluvionares periféricos são atestados hoje pela presença de seixos de um conglomerado mais antigo dentro do Conglomerado Sopa. Com a implantação da paleobacia do Espinhaço (figura 3C), ocorreu a primeira fase de deposição dos diamantes, posteriormente redistribuídos na própria bacia até a formação dos sedimentos fluviais que deram origem àquele conglomerado (figura 3D).

Movimentos tectônicos ocorridos no final do Pré-Cambriano causaram dobramentos na crosta terrestre. Após um longo período, em que o relevo pouco se alterou em conseqüência da separação continental entre a América do Sul

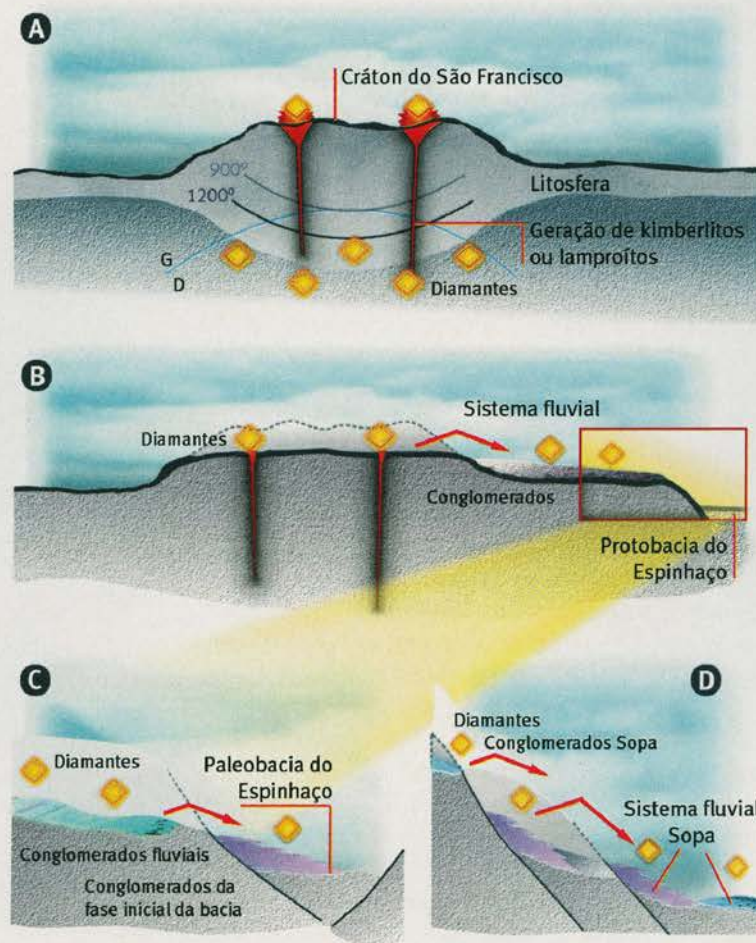


Figura 3. História evolutiva do diamante da Serra do Espinhaço durante o Proterozóico, desde a geração das rochas-fonte até a deposição do Conglomerado Sopa

e a África, toda a região interiorana brasileira foi fortemente soerguida na Era Mesozóica. Inclui-se nesses processos a formação da Serra do Espinhaço (figura 4).

Os processos de dobramento e erosão permitiram a acomodação dos conglomerados diamantíferos soterrados nos níveis próximos à superfície (figura 4A). Com o soerguimento mesozóico, durante o Cretáceo Inferior, as rochas diamantíferas foram expostas e os diamantes mais uma vez transportados, agora em direção às novas calhas fluviais às margens da serra (figura 4B): São Francisco, a oeste, e Jequitinhonha, a leste. Essa nova fase de transporte explica os depósitos diamantíferos que ocorrem, por exemplo, nas imediações de Jequitai, onde quase 100% dos cristais encontrados têm qualidade gemológica. Aliás, o número de diamantes gemológicos do Espinhaço é comparável ao de depósitos secundários, como os da Guiné e da Costa da Namíbia, e muito maior que o existente em depósitos primários.

Ao comparar os dados obtidos no estudo das regiões diamantíferas da África e de Minas Gerais, pode-se concluir, com base na presença de cristais de alta quilatagem, que a província do Alto Paranaíba pode ser correlacionada com as africanas. Já os dia-

mantas do Espinhaço, por seu padrão de peso médio, demonstram ter sido longamente transportados até se fixar em seus atuais sítios de deposição.

Cristais com defeitos internos, fragmentados ou com grandes inclusões são freqüentes nos kimberlitos africanos e na província do Alto Paranaíba, assim como agregados policristalinos do tipo *bort* e cristais de forma cúbica. Cristais inteiros de diamantes, ao contrário, são proporcionalmente raros nessas áreas. Já na região do Espinhaço, mais de 80% dos diamantes encontrados são cristais inteiros, predominando os de forma dodecaédrica, sendo raros tanto os cristais defeituosos ou de forma cúbica quanto os agregados policristalinos.

A gênese dos diamantes de Minas Gerais é uma discussão que deve permanecer em pauta ainda por longo tempo. Embora este artigo traga subsídios que tentam elucidar o problema, seu ponto central – a exata localização das rochas-fonte primárias – permanece sem resposta. Segundo o modelo clássico, atestado pelos depósitos diamantíferos africanos e de outras partes do mundo, os kimberlitos e lamproítos concentram-se em áreas cratônicas. Mas, quanto aos diamantes da Serra do Espinhaço, dificilmente teremos uma prova definitiva de que tenham tido origem no Cráton do São Francisco, já que sua porção no Sudeste brasileiro está, como dissemos, recoberta pela espessa camada de sedimentos do Grupo Bambuí. No Alto Paranaíba, porém, a situação é diferente, podendo vir a ser descobertas chaminés diamantíferas sob o compacto manto de solo que cobre a região. ■

A Proterozóico Superior



B Cretáceo Inferior



Figura 4. História evolutiva do diamante do Espinhaço durante os dobramentos ao final do Proterozóico (A) e no soerguimento da serra ocorrido no Mesozóico (B)

Sugestões para leitura

- Chaves, M.L.S.C. *Geologia e mineralogia do diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais*, tese de doutorado, IG-USP, São Paulo, 1997.
- Karfunkel, J., Chaves, M.L.S.C., Svisero, D.P. & Meyer, H.O.A. 'Diamonds from Minas Gerais, Brazil: an update on sources, origin, and production' in *International Geology Review*, v. 36, p. 1019-1032, 1994.
- Sutherland, D. 'The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine processes' in *Economic Geology*, v. 77, p. 1613-1620, 1982.
- Svisero, D.P. 'Distribution and origin of diamonds in Brazil: an overview' in *Journal of Geodynamics*, v. 20, p. 493-514, 1995.



Lote de diamantes da região de Diamantina com pedras de aproximadamente 1 quilate (A). Diamante de 7 quilates com forma octaédrica e arestas arredondadas (B)



FOTOS: J. KARFUNKEL

Alguns produtos extraídos da floresta amazônica, como a castanha-do-pará, as polpas de açaí e cupuaçu e o palmito de açaí, já têm algum mercado no país ou no exterior, mas isso não beneficia as comunidades que os coletam. Mudar esse quadro, adotando medidas de estímulo ao extrativismo, pode ser uma alternativa viável para a Amazônia, permitindo elevar as condições socioeconômicas dos seus habitantes e, ao mesmo tempo, assegurar a proteção de grande parte da sua biodiversidade.

Cleber J. B. Alho
Professor em Ecologia,
Universidade de Brasília



Extrativismo NA AMAZÔNIA

Proteção da floresta + benefícios sociais

Ainda ativo como coletor de castanha na região de Itaboca (AP), às margens do rio Cajari, 'seu' Expedito, de 58 anos, aponta para uma castanheira de 40 m de altura e diz: "Essa aí eu conheço desde criança. Ela já era assim igualzinha como é hoje. Nasci aqui e sempre trabalhei nesse lugar. Aprendi o ofício com meu pai." O depoimento, colhido durante visita de estudo a uma reserva extrativista, ilustra como um método do passado – de coletores e caçadores – ainda protege a floresta. Por toda a vida, 'seu' Expedito testemunhou a proteção do castanhal (figura 1) e da floresta.

A coleta dos produtos chamados na região de 'não-madeiráveis' – a castanha-do-pará, o látex da seringueira ou da maçaranduba, frutas (como açaí), palmito e óleos medicinais (figura 2) – é praticada na Amazônia, associada à caça de subsistência, desde a chegada dos primeiros exploradores. Os novos ocupantes descobriram com os índios locais o valor desses produtos da floresta.

FOTO: IAN BENEDICTO / N. MARENS

A partir de 1840, com o ciclo da borracha, a extração do látex estendeu-se por toda a Amazônia, valorizando muito o trabalho dos extrativistas e atraindo migrantes nordestinos. O surgimento da indústria automobilística, já no atual século, ampliou a busca pela borracha, para uso nos pneus. A produção cresceu até 1911 na região, mas a partir daí o cultivo da seringueira em outros países, com sementes levadas do Brasil, levou a atividade ao colapso. Hoje, o preço irrisório não estimula a extração do látex da seringueira, e menos ainda da maçaranduba.

Duas tendências recentes, porém, justificam uma retomada do interesse sobre a atividade extrativista. A primeira é a migração de populações florestais ou rurais para a periferia das cidades. A segunda é o avanço da pecuária e da atividade madeireira, ou seja, a substituição drástica da floresta por outras formas de 'desenvolvimento'.

Extrativismo como opção de conservação

Nos últimos anos vêm crescendo o apoio à idéia de que a proteção dos recursos naturais em geral e da floresta em particular pode ser feita pelo uso apropriado desses recursos. Isso já é conseguido por muitos povos, como os indígenas, que usaram e ainda usam os recursos da natureza sem destruí-la.

O debate sobre a proteção à floresta envolve vários pontos. Em primeiro lugar, mesmo que a criação de parques nacionais e reservas – que funcionem na prática – garanta a preservação de pelo menos 10%

da Amazônia, compromisso assumido pelo governo federal, isso é pouco do ponto de vista dos ecossistemas. O governo pretende atingir esse percentual aumentando em 25 milhões de hectares (ha) a área das unidades de conservação de uso indireto. Outro aspecto está na expansão da população. Hoje, mesmo em áreas remotas da floresta amazônica, é raro encontrar 10 km² de área inabitada.

Também devem ser levadas em conta as aspirações de consumo despertadas, mesmo nos vilarejos mais remotos, pelo avanço das comunicações, em especial a televisão. O caboclo simples da floresta passou a desejar desde produtos e bens antes desconhecidos até benefícios como educação, saúde, lazer. Os povos da floresta são estimulados a procurar outro tipo de vida nas cidades ou a tentar trocar os produtos da floresta pelos bens que desejam. A questão central, portanto, é: o que fazer para satisfazer as necessidades dos povos locais sem destruir a floresta?

Questões como essa foram debatidas na Conferência Mundial do Meio Ambiente (Rio/92) e em documentos posteriores. Ao recomendar que os temas ambientais sejam gerenciados com a participação de todos os envolvidos, a Agenda 21 criou o princípio participativo, que valoriza a integração dos chamados povos da floresta. A Agenda 21 também propõe a representação dos povos locais por grupos organizados, a criação de calendários para debates e ações específicos para cada caso ou local, e a adoção de projetos integrados de conservação e desenvolvimento, o que já é feito por organizações não-governamentais (ONGs) ambientalistas que atuam no país.

Outro princípio importante para a defesa do extrativismo é o da proteção da biodiversidade e dos ecossistemas. É evidente que o extrativismo, como toda atividade humana, prejudica a natureza íntegra.

Espécie recente na escala evolutiva, o homem é diferente das demais espécies: adapta-se ao ambien-

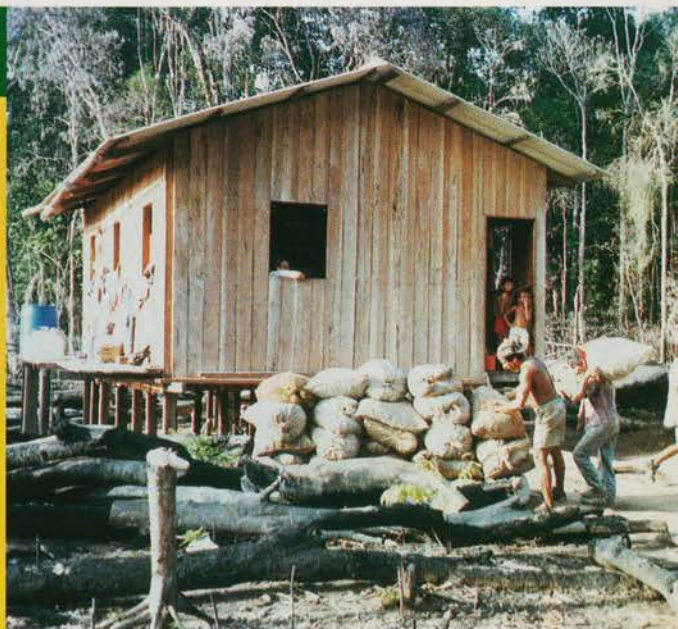
Figura 1.
A castanheira,
que assegura
a sobrevivência
de muitos
habitantes
da floresta
amazônica,
é para muitos
a árvore-símbolo
do Brasil



Figura 2.

Produtos da floresta amazônica mais comercializados pelos extrativistas

Castanha	Semente da árvore <i>Bertholletia excelsa</i>
Açaí	Polpa do fruto da palmeira <i>Euterpe oleracea</i>
Palmito	Caule interior da palmeira <i>Euterpe oleracea</i>
Cupuaçu	Polpa do fruto da árvore <i>Theobroma grandiflorum</i>
Copaíba	Óleo medicinal da seiva da árvore <i>Copaifera multijuga</i>
Andiroba	Óleo medicinal da semente da árvore <i>Carapa guianensis</i>
Pau-rosa	Essência do lenho da árvore <i>Aniba duckei</i>
Buriti	Polpa do fruto da palmeira <i>Mauricia flexuosa</i>
Bacuri	Polpa do fruto da árvore <i>Platonia insignis</i>
Camu-camu	Fruto da árvore <i>Myrciaria dubia</i>
Látex	Seiva da árvore <i>Hevea brasiliensis</i>
Pupunha	Fruto da palmeira <i>Bactris gasipaes</i>



te mais por meios tecnológicos e culturais do que por mecanismos biológicos ou ecológicos. É inviável, porém, tornar a natureza intocável, sem a presença do homem. Ao contrário, os direitos dos povos das florestas têm que ser respeitados. Assim, o princípio reconhece que o extrativismo traz algum prejuízo à biodiversidade, mas diz ser preferível proteger parcela significativa da floresta a aceitar outras atividades que levem ao desmatamento total.

Pôr em prática esse princípio exige estratégias que satisfaçam as necessidades econômicas e sociais dos habitantes da região e ao mesmo tempo garantam proteção para grande parte da biodiversidade. Tecnicamente, deseja-se que o ecossistema florestal mantenha todas as suas características, desde os ciclos de nutrientes e da água até a ampla variedade de animais e vegetais.

Os benefícios socioeconômicos

A comunidade de Água Branca, na reserva extrativista do Cajari, reúne poucas casas de madeira. Em uma delas, 'dona' Zenilda prepara o almoço dos pesquisadores. Por causa da chuva e da lama na estrada, ela não deixa que entrem na casa com os pés sujos. Todos têm que tirar as botas. A casinha, bem simples, é limpa. Infelizmente, isso não é regra nas comunidades das reservas. Em geral o lixo acumula-se nas ruas, a água é suja e não há sanitários com tratamento para as fezes.

O resultado é a alta incidência de doenças diarreicas, provocadas por vermes, ameba e giárdia, e

outros problemas que indicam falta de higiene. São comuns as doenças respiratórias, como gripes e asma, e a malária tem sido um problema sério na região. Em Cajari são flagrantes outros problemas: as crianças maiores, por exemplo, estão sem escola, pois não há professora. Em outras reservas extrativistas, como a de Mamirauá, perto de Tefé (AM), já há maior progresso social. Também as comunidades ribeirinhas do projeto Iara, de manejo de pesca, em lagos perto de Santarém (PA), mostram melhoria nas condições sociais.

O extrativista ainda pratica a caça de subsistência, fonte de proteínas, embora a Lei nº 5.197, de 1967 ('Lei da fauna'), proíba a atividade. As principais caças são caititu, paca, cutia, capivara, anta, veado, macacos, tartarugas, jabutis e aves. Não há, porém, qualquer orientação sobre o manejo da fauna, o que leva à extinção local ou escassez das espécies mais caçadas. A Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998 ('Lei de crimes ambientais'), ainda sem regulamentação, abre uma brecha para o manejo ao admitir a caça mediante "permissão, licença ou autorização da autoridade competente". A mesma lei também não considera crime "o abate de animal, quando realizado em estado de necessidade, para saciar a fome do agente ou de sua família".

Do ponto de vista econômico (no sentido de gerar renda e emprego), não se dá à floresta intacta o valor atribuído a outras práticas de uso do solo, como a agricultura e a pecuária. Nessa ótica, a subsistência e os produtos extrativos não têm importância econômica. Alguns desses produtos têm valor apenas para os povos da floresta, sendo ignorados pelo mercado.

A atividade extrativista precisa ser estimulada e seus produtos valorizados para que o desenvolvimento social e econômico chegue às comunidades da floresta



A conquista do mercado é complexa, mas alguns produtos já começam a fazer isso, no país e no exterior. É o caso da castanha, do açaí, do cupuaçu (figura 3) e de outros. Há, portanto, espaço para outros produtos além da madeira, maior fonte de riqueza da floresta na ótica do poder econômico.

A questão social é o aspecto mais vulnerável do modelo do extrativismo como meio de proteger a floresta. Críticos mais radicais têm dito que as comunidades das reservas extrativistas não passam de favelas nas florestas. É preciso, de fato, oferecer a elas maior assistência quanto à educação básica, saúde, higiene e alimentação.

Para valorizar os produtos florestais é preciso criar atrativos, no mercado de fora da floresta, que ampliem a procura por eles e proporcionem ao extrativista uma renda que satisfaça seus novos desejos de consumo e de acesso aos benefícios sociais.

Castanha: preço injusto para o coletor

A castanheira (*Bertolletia excelsa*), única espécie em seu gênero, pode atingir 50 m de altura, emergindo

Figura 3. A polpa do fruto do cupuaçu, planta do mesmo gênero do cacau, pode ser consumida como suco ou sorvete, e de suas sementes é feito o chocolate



no dossel da floresta de terra firme. Em Cajari, nos meses de fevereiro e março, as castanheiras estão floridas. Branca ou creme (tendendo para o amarelo), a flor tem até 4 cm de diâmetro e seis pétalas, e só é polinizada por abelhas silvestres grandes. O fruto é uma cápsula dura, arredondada, com diâmetro de até 12 cm e peso entre 500 g e 2,5 kg, que envolve de 10 a 25 sementes (castanhas). Outras castanhas, como a da sapucaia (*Lecythis pisonis*), são pouco conhecidas no comércio.

As cápsulas (ou 'ouriços') caem no início da estação das chuvas: janeiro a abril no leste e novembro a março no centro-oeste da Amazônia (figura 4). Cutias e pacas roem a parede dura dos ouriços caídos no chão. Essas espécies e os quatipurus (os esquilos amazônicos) comem algumas castanhas e armazenam as demais no chão da floresta, mas depois esquecem a localização dessas 'reservas' e as castanhas brotam, gerando novas árvores. Outros animais não abrem os ouriços.

Na época da safra, os ouriços são coletados no chão dos castanhais, cada um com 10 a 20 castanheiras/ha. Os coletores levam às costas um cesto de palha (o paneiro), onde cabem até 80 ouriços. Retiradas com a abertura dos ouriços a facão (o terçado), as castanhas são colocadas em barricas, cada uma com 70 a 80 kg, e vendidas ao atravessador ou marreteiro, que retira o produto da floresta e o revende a outro atravessador.

Cada barrica de castanha com casca foi vendida a R\$ 17 em Cajari, em fevereiro de 1998. Sem casca, a castanha perde cerca de 30% de peso. Em outros castanhais, a barrica pode alcançar R\$ 20. Na ponta final do consumo, o preço da castanha sem casca chega a R\$ 20 o quilo, ou 56 vezes o preço pago ao extrativista, considerando que uma barrica (a R\$ 20)

teria 56 kg de castanha sem casca (80 kg menos 24 kg de casca). Consumida fresca, torrada ou moída, a castanha é rica em proteínas, vitaminas (A, B₁, B₂ e outras), gorduras e nutrientes (fósforo, potássio, ferro e sódio).

O manejo dos castanhais exige a solução de alguns problemas. Um deles é a caça excessiva, que afugenta pacas, cutias e quatipurus, importantes na renovação das castanheiras. Outro é a prática de limpar o castanhal para facilitar a localização de ouriços caídos, o que elimina novas mudas e impede a renovação. Os burros usados no transporte em alguns castanhais também consomem as plantas novas.

Existem experiências de cultivo de castanha-do-pará e cupuaçu, mas ainda não permitem uma avaliação rigorosa. Em Nova Califórnia (RO), um grupo de produtores criou um projeto de reflorestamento consorciado (com castanha, cupuaçu e pupunha), que produziu 109 toneladas de polpa de cupuaçu em 1998. As castanheiras foram plantadas em 1989 e só este ano começaram a florir. Outro experimento de plantio de castanheira tem sido desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPATU) no Pará, obtendo produção precoce de ouriços. As castanheiras plantadas, porém, não são tão frondosas e exuberantes em tamanho como as da floresta natural.

Açaí: há mercado mas falta manejo

A palmeira açaí (*Euterpe oleracea*) cresce nas florestas inundadas das margens dos rios (igapós) e nas várzeas. A palmeira pode alcançar 25 m de altura, formando touceiras com até 40 estipes (caules)



Figura 4. Os ouriços coletados na floresta (A) são partidos (B) para a retirada das castanhas (C), vendidas para atravessadores

Figura 5. Os açaizais nativos da Amazônia, nos igapós e várzeas (abaixo), são prejudicados em muitos casos pela exploração predatória



em diferentes estágios de crescimento, e um hectare pode ter 200 plantas (figura 5). Produzidos o ano todo, em cachos, os frutos têm cerca de 1 cm de diâmetro e são cor de vinho tinto quando maduros (figura 6). A polpa de açaí, hoje consumida em várias cidades do país, é extraída de uma fina camada carnosa e fibrosa existente entre a casca e a semente.

Embora o sabor seja muito apreciado e o suco seja energético, o açaí não tem grande valor nutritivo: menos de 5% de proteínas, cerca de 10% de gordura e 20% de açúcar e baixo teor de outros elementos, como cálcio, fósforo e ferro. O açaí também produz palmito (o interior macio da parte mais alta do caule). Um caule de cerca de 60 kg produz um cilindro de palmito de 9 a 40 cm de comprimento e peso médio de 120 g. Isso significa que apenas 0,2% da biomassa extraída é aproveitada. O resto é descartado. Como o açaí forma touceiras, o corte de alguns caules não leva à morte da planta. A palmeira juçara (*Euterpe edulis*), da mata atlântica, produz um palmito de alta qualidade, mas tem só um caule – o corte, portanto, mata a árvore.

O coletor vende cada cabeça de palmito (o pedaço do caule, antes da extração) a R\$ 0,25. Um pote ou vidro de palmito (de 1 kg bruto, contando com o líquido que conserva o produto) contém cerca de duas cabeças de palmito (figura 7). Como um pote de 500 g é vendido ao consumidor por cerca de R\$ 5, o preço final é perto de 10 vezes maior que o pago ao extrativista. O valor nutritivo do palmito é baixíssimo, mas o produto tem alto consumo, no país e no exterior.

Os problemas, no caso do açaí, vão desde a dizimação de imensos açaizais pela extração predatória ao manejo aleatório e mal executado. Costuma-se, por exemplo, 'limpar' o açaizal, removendo toda planta que não seja açaí, para ampliar a produção, mas não há estudos sobre os efeitos da medida. Nos planos de manejo

Figura 6. A polpa de açaí, hoje consumida em inúmeras cidades brasileiras, é extraída dos frutos pequenos, cor de vinho tinto (ao lado)



também não é avaliada a capacidade de produção dos açaiçais, no sentido de estabelecer cotas de retirada de frutos ou de corte de caules por época do ano.

Como viabilizar a produção florestal

Estudos conduzidos nas proximidades de Belém mostram que alguns coletores de açaí podem ter renda e padrão de vida melhores que os dos caboclos que migram para a periferia da cidade e vivem de subemprego. Mas os mesmos estudos revelam que o extrativismo se apóia em um comércio que traz extrema fragilidade ao sistema, dependendo da demanda pelos produtos da floresta e do preço pago por eles.

É por isso que ONGs e outras instituições procuram, em reservas extrativistas mais bem organizadas, como Cajari (AP), Chico Mendes (AC) e Mamirauá (AM), aumentar a viabilidade da atividade como um meio de desenvolvimento

social e econômico, aliado à conservação da floresta. Para buscar essa meta, recomendam as seguintes estratégias:

1. Agregar valor aos produtos da floresta e eliminar intermediários, através, por exemplo, do beneficiamento da castanha e do palmito no local de extração. A castanha seria descascada e empacotada pelos extrativistas, e o palmito seria entregue por eles já em potes, em condições de higiene, pronto para o consumo.
2. Consolidar o comércio dos produtos extrativistas já conhecidos do mercado e aos poucos diversificar essa produção.
3. Empregar, na relação com as comunidades extrativistas, o chamado princípio participativo, e reconhecer os direitos dos povos locais.



4. Atuar de acordo com o princípio de competição pelo mercado, no sentido de tornar os produtos extrativistas bem aceitos e garantir sua qualidade.

5. Conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção à natureza, pois o extrativismo predatório é contrário ao uso duradouro dos produtos florestais.

6. Utilizar elementos de *marketing* e outros artifícios (como o 'selo verde') para valorizar os produtos extrativistas e melhorar a aceitação e o consumo.
7. Planejar e implantar o manejo de fauna silvestre, visando o uso sustentável pelos povos locais, evitando a caça predatória que leva à extinção local de espécies e a outras formas de degradação de seus habitats.

O extrativismo, atividade que ajuda a contar a história dos povos da floresta, tem mostrado que pode ser uma alternativa viável para o uso sustentável dos recursos naturais da Amazônia. No entanto, esse modelo tradicional da cultura local tem que ser aperfeiçoado pela técnica e pelo conhecimento científico, para que a sustentabilidade do sistema atenda a exigências econômicas, sociais e biológicas. A importância do modelo extrativista, como alternativa de uso da floresta, é ainda maior quando se constata (conforme estudos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) um novo avanço do desmatamento. A floresta natural vem sendo rapidamente convertida em pastagens para o gado e em campos de soja, que avançam até com incentivos oficiais, e em áreas degradadas pelas madeireiras. Definitivamente, a remoção da floresta, a título de promover o desenvolvimento econômico, não é a vocação da Amazônia.

Figura 7. A extração do palmito, muito apreciado mas pouco nutritivo, exige o corte de caules da palmeira de açaí

Sugestões para leitura

- ALLEGRETTI, M.H. 'Extractive reserves: an alternative for reconciling development and environmental conservation in Amazonia', in Anderson, A.B. (ed.), *Alternatives to deforestation in Amazonia: towards sustainable development*, Columbia University Press, Nova York, 1990.
- CLAY, J.W. & CLEMENT, C. 'Selected species and strategies to enhance income generation from amazonian forests', in *FAO Forestry Paper*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 1993.
- FREESE, C. (Ed.). *The commercial, consumptive use of wild species: managing it for the benefit of biodiversity*, WWF Internacional, Gland (Suíça), 1996.
- RIBEIRO, B.G. *Amazônia urgente: cinco séculos de história e ecologia*, Itatiaia, Belo Horizonte, 1990.

Até recentemente os cientistas acreditavam que as células só morriam quando agredidas por fatores externos, por um processo chamado necrose. Agora, sabe-se que existe outra forma: o suicídio celular programado, necessário para eliminar células supérfluas ou defeituosas. Esse fenômeno biológico, batizado de apoptose, tem papel importante em diversos processos vitais e em inúmeras doenças, e sua investigação pode ajudar a desenvolver novas terapias e medicamentos.



Maria de Fátima Horta
Departamento de Bioquímica
e Imunologia,
Universidade Federal
de Minas Gerais

John Ding-E Young
Universidade Rockefeller
(Nova York, Estados Unidos)

APO

Quando a célula programa a própria morte

PTOSE

Idéias como morte e autodestruição são sempre sinistras e trágicas. Sempre? Se mudarmos o ponto de vista, veremos que não, pois na natureza tais conceitos podem muitas vezes significar a vida. Por mais cruel que pareça, o extermínio dos indivíduos mais fracos de uma espécie por predadores ou a morte espontânea daqueles que têm defeitos letais – ou seja, a sobrevivência dos mais aptos – ajuda essa espécie a se perpetuar forte e sadia. Esse mecanismo de seleção ocorre também em níveis menos visíveis, como o das células.

Muitas células de um organismo morrem para que o conjunto sobreviva. Assim como é preciso gerar novas células para manter processos vitais, é imprescindível eliminar as supérfluas ou defeituosas. No indivíduo adulto, se a multiplicação das células não é compensada de modo preciso por perdas, os tecidos e órgãos crescem sem controle, o que pode levar ao câncer. O que estudos recentes revelaram, porém, é que muitas células carregam instruções internas para 'cometer suicídio' no momento em que não são mais úteis ao organismo. Tais instruções são executadas, como um programa, quando certos comandos são acionados.

Essa morte 'programada' só atraiu o interesse dos cientistas nos últimos anos, mas sua compreensão já avançou muito. A morte de células já era conhecida há muito tempo, mas acreditava-se que era sempre prejudicial ao organismo. Hoje, ao contrário, sabe-se que seres pluricelulares só atingem sua forma final porque eliminam de modo seletivo certo número de células. A rã e os insetos são exemplos bem familiares (figura 1). A rã inicia a vida como girino, forma adaptada ao ambiente aquático. Depois, ganha outras estruturas para viver em terra e ao mesmo tempo perde nadadeiras, guelras e a cauda. Essas perdas decorrem da morte das células. Nos insetos, a mudança de larva para animal adulto (de lagarta para borboleta, por exemplo) exige a morte de milhões de células.

Outros exemplos são menos visíveis. Durante a fase embrionária de todos os vertebrados, certos neurônios devem enviar projeções longas e finas (axônios) até um músculo, que irá controlar. Se um neurônio não faz essa ligação ou a faz de modo inadequado, está fadado a morrer. A formação da mão humana segue processo semelhante. No início, é um apêndice arredondado, sem dedos definidos. Estes são formados pela multiplicação de algumas células, enquanto as que estão nos espaços entre eles recebem o comando para morrer. Se isso não ocorresse, os dedos de nossas mãos seriam ligados por uma membrana, como nos patos.



Figura 1.
O desenvolvimento de seres multicelulares depende da morte programada de certas células

NECROSE: A CÉLULA COMO VÍTIMA

Nos exemplos dados, a morte das células é um processo fisiológico normal, totalmente regulado. Mas as células também morrem de modo não-fisiológico, o que causa a maioria das doenças. A morte é patológica ou 'acidental' quando a célula é impedida de manter seus processos vitais por lesões físicas ou químicas causadas por fatores externos, como temperaturas extremas, radiação, traumas, produtos tóxicos e falta de oxigênio (como no infarto do miocárdio e na gangrena). As lesões podem ter ainda origem biológica, como nas infecções por bactérias ou vírus. Esse tipo de morte celular, o único conhecido pelos cientistas mais antigos, é chamado de necrose.

A necrose é claramente visível por microscopia eletrônica (figura 2): a célula incha e as organelas do citoplasma, em particular as mitocôndrias, são danificadas, mas o núcleo não sofre alterações significativas. Tais lesões impedem o controle do equilíbrio interno: a água e alguns íons (em especial sódio e cálcio), normalmente bombeados para fora, fluem livremente para dentro da célula, que incha e se rompe.

A ruptura libera no tecido vizinho o conteúdo celular, rico em proteases (enzimas que 'cortam' outras proteínas) e outras substâncias tóxicas. Além da toxicidade direta para as células vizinhas, o derrame gera substâncias que atraem células do sistema imune, causando intensa reação inflamatória: alguns tipos de glóbulos brancos (em especial neutrófilos e macrófagos) convergem para o tecido em necrose e ingerem as células mortas. A inflamação, típica da necrose, é importante para limitar infecções e remover restos de células, mas a atividade e as secreções dos glóbulos brancos podem também danificar tecidos normais vizinhos, às vezes de maneira devastadora.

APOPTOSE: O SUICÍDIO SILENCIOSO

A morte celular fisiológica (figura 3) é totalmente distinta da necrose. Em primeiro lugar, a célula não incha. Ao contrário, encolhe-se, destaca-se das células vizinhas e começa a apresentar bolhas em sua

superfície (processo chamado de zeiose). A membrana e as organelas mantêm sua estrutura intacta e não há alterações evidentes no citoplasma. O núcleo, porém, sofre mudanças dramáticas: normalmente dispersa, a cromatina (conjunto dos cromossomos, que contêm o material genético) forma um ou mais aglomerados nas bordas internas da membrana nuclear. Isso basta para levar as células à morte. As que demoram a morrer podem sofrer outras mudanças: o núcleo parte-se e a célula também divide-se em estruturas ('corpos apoptóticos') contendo porções do núcleo, tomando uma forma inconfundível ao microscópio eletrônico.

Em 1972, o australiano John Kerr e os colaboradores escoceses Andrew Wyllie e Alastair Currie descreveram os diferentes aspectos das células na morte programada e na patológica. Para distingui-los, batizaram o primeiro de 'apoptose', em oposição à necrose. Em grego arcaico, a palavra apoptose significa 'o ato de cair', como caem as pétalas das flores e as folhas das árvores no outono, e foi escolhida porque sugere perdas (a morte celular, no caso) benéficas, necessárias ao bom funcionamento e à sobrevivência do organismo.

Após outros estudos, os cientistas sugeriram que a morte celular programada ocorre não só durante o desenvolvimento, mas também em organismos maduros, ao longo da vida. Também sugeriram que na apoptose, ao contrário do que acontece na necrose, a célula participa da própria destruição, e que poderia haver ligação entre a ativação 'incorreta' do suicídio celular e doenças degenerativas (como o mal de Alzheimer) e entre sua inibição 'incorreta' e doenças replicativas (como o câncer).

Uma característica marcante é que a apoptose é 'silenciosa'. Não há, como na necrose, o 'alvorço' da inflamação. Em geral, as células apoptóticas são reconhecidas por macrófagos (um tipo de glóbulo branco presente em todos os tecidos) e ingeridas antes que se desintegram. Isso evita o derrame do conteúdo celular e, assim, não há inflamação e lesão

do tecido, garantindo o seu funcionamento normal.

Fato interessante é que certas células apoptóticas não são removidas logo, continuando no local às vezes por toda a vida. É o caso dos queratinócitos, células da camada externa da pele. Ao migrar de camadas mais profundas para a superfície, eles morrem por apoptose, mas no processo substituem seu conteúdo pela proteína queratina e ganham uma 'capa' impermeável. Assim, a camada protetora mais externa da pele é feita de células mortas, descamadas e trocadas por outras a cada 21 dias, em média. O cristalino (a lente) dos olhos também é formado por células mortas, que substituíram a maior parte de seu citoplasma por proteínas denominadas cristalinas.

As idéias inovadoras geradas pelo grupo de Kerr no início dos anos 70 passaram despercebidas por mais de uma década, até que suas previsões começaram a ser confirmadas. Hoje, inúmeros cientistas pesquisam a apoptose e, embora muitas questões continuem sem resposta, vários princípios básicos já foram descobertos.

AS 'ARMAS' USADAS PELAS CÉLULAS

Certas proteases, recentemente chamadas de caspases (nome derivado de cisteína-protease que cliva – 'corta' – após resíduos de ácido aspártico) têm papel central na apoptose, em todo tipo de célula e em todo organismo multicelular já estudado. A primeira enzima dessa família descrita em mamíferos foi a ICE (*interleukin-1 β converting enzyme*), hoje caspase 1. O que levou à identificação da ICE foi sua função de ativar a interleucina-1 β , proteína importante no sistema imune, mas depois ela atraiu maior atenção por seu papel na apoptose.

Outras enzimas, com características semelhantes, foram identificadas depois: a família já tem 14 integrantes. De início, atribuiu-se à caspase 1 um papel primordial na apoptose, mas estudos recentes, com camundongos 'nocautes' para essa enzima (que não a produzem), mostraram que várias formas de apoptose ocorrem na sua ausência. Em alguns casos, no entanto, a caspase 1 é preponderante. Uma caspase pode clivar outras e esse 'corte' parece ser

essencial à ativação dessas enzimas. Ao ser ativada, uma caspase iniciadora cliva outras, em sequência, até gerar uma caspase executora. Esta destrói proteínas essenciais à célula, ativa proteínas tóxicas ou destrói proteínas que protegem a célula da apoptose. Todos os casos levam à morte celular.

Vários experimentos em laboratório sugerem uma hierarquia na ativação das caspases, mas essa hierarquia e as caspases envolvidas podem diferir, dependendo do modo de indução da apoptose. A caspase 8 ou a caspase 10, dependendo do tipo de estímulo que a célula recebe, são fortes candidatas a caspases iniciadoras, e há indícios de que, em geral, a ativação da caspase 3 e da caspase 7 precede a ativação da caspase 6 (caspases executoras).

DECIFRANDO O PROGRAMA LETAL

Na grande maioria das células em apoptose observa-se a destruição do material genético, o ácido desoxirribonucleico (DNA). Células eucariotas (com DNA contido em núcleo limitado por membrana) têm cromossomos formados por unidades repetitivas, os nucleos-

Figura 2. Na necrose, a célula e as organelas citoplasmáticas incham, enquanto o núcleo mantém-se relativamente intacto, e depois a célula rompe-se, liberando o conteúdo de seu citoplasma

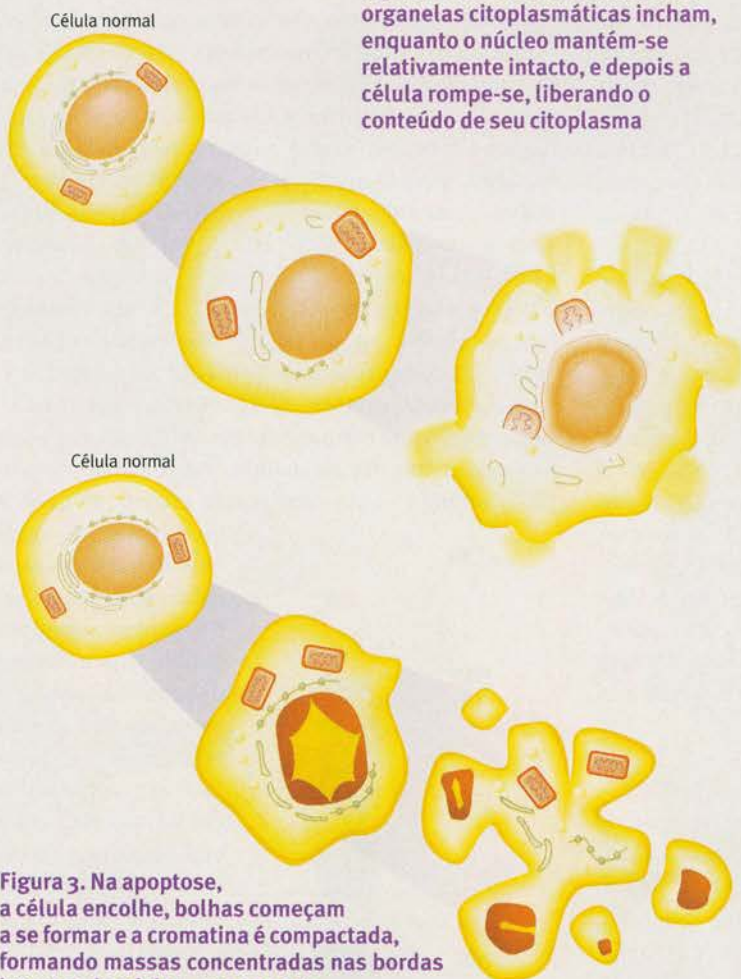


Figura 3. Na apoptose, a célula encolhe, bolhas começam a se formar e a cromatina é compactada, formando massas concentradas nas bordas internas do núcleo, que se parte, levando à formação dos corpos apoptóticos

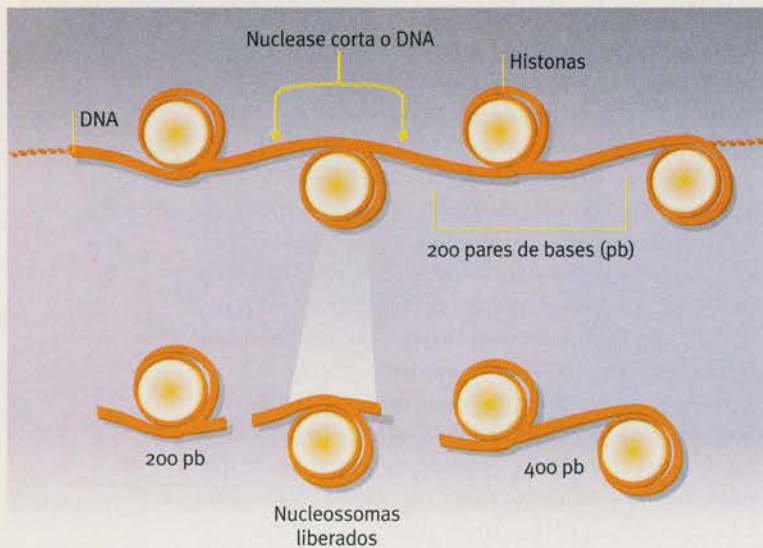


Figura 4. O corte dos nucleossomas, formados pelo enrolamento do DNA em proteínas nucleares (histonas), libera fragmentos de cerca de 200 pares de bases ou múltiplos desse número

somas (figura 4). Antes da morte da célula, o DNA é cortado por enzimas (endonucleases) em regiões específicas entre os nucleossomas. Como cada unidade dessas tem cerca de 200 pares de bases (nucleotídeos), os fragmentos de DNA gerados têm esse número de pares de bases ou múltiplos dele.

Assim, se o DNA de uma célula apoptótica for analisado por eletroforese, técnica que separa os fragmentos por tamanho, será vista uma 'escada' (figura 5), na qual os 'degraus' indicam o tamanho de fragmento: 200 pares de bases, 400, 600 etc. A presença dessa 'escada' é usada como uma marca da apoptose, embora ainda haja controvérsia sobre se todas as células em apoptose sofrem fragmentação do DNA.

Várias proteínas são apontadas como 'alvos' das caspases, mas ainda não foi estabelecida uma relação direta entre o corte dessas proteínas e a morte celular. O primeiro vínculo entre a ação de uma caspase e o corte do DNA foi constatado há pouco. A caspase 3 corta uma proteína (ICAD, de *inhibitor of caspase-activated dnase*) normalmente ligada a uma endonuclease (CAD) no citoplasma, ativando essa enzima, que entra no núcleo e começa a cortar o DNA. Outra relação direta já identificada é o corte, também pela caspase 3, da gelsolina, proteína ligada aos filamentos de actina (parte do citoesqueleto, que mantém a estrutura normal da célula). Esse corte danifica os filamentos e a célula perde sua forma, o que leva à apoptose.

OS GATILHOS DO SUICÍDIO CELULAR

A apoptose pode ser acionada por vários tipos de gatilhos. A ausência dos sinais químicos que mantêm a célula em atividade e multiplicação (os chamados fatores de crescimento) pode ser um deles. No caso da cauda do girino, o gatilho para o 'suicídio' é o aumento da concentração do hormônio tiroxina, liberado por certas células da rã. Células expostas

em laboratório a altas concentrações de tiroxina morrem mesmo que o animal não tenha chegado à fase adulta. No entanto, se as concentrações de tiroxina são mantidas abaixo dos níveis normais a cauda persiste, mesmo na rã adulta.

Dois exemplos interessantes de indução de apoptose estão no sistema imune. Um deles é a morte prematura de linfócitos T capazes de atacar o próprio organismo que os gerou (figura 6). Originados na medula óssea, os linfócitos T 'amadurecem' na glândula timo (daí o 'T'), entram no sangue e no sistema linfático e passam a ter papel crucial na defesa contra microrganismos. Isso se dá por meio de moléculas receptoras produzidas em sua superfície, durante sua maturação, que 'reconhecem' substâncias estranhas e as combatem. Ainda no timo, porém, algumas dessas células produzem receptores que se ligam a substâncias do próprio organismo, o que levaria à auto-agressão, se elas fossem liberadas. Normalmente, porém, só saem do timo linfócitos que se ligam a componentes estranhos. Os demais, 'inadequados', são selecionados e levados ao suicídio, graças à apoptose.

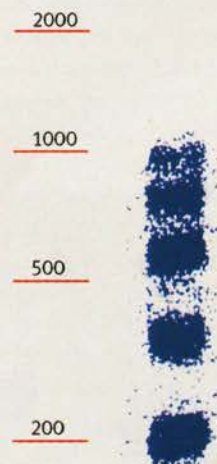
O outro exemplo está na ação dos linfócitos T chamados de 'citotóxicos' contra uma infecção viral. Os vírus só sobrevivem se estiverem dentro de uma célula. Eles usam a máquina celular para produzir suas próprias proteínas e gerar novos vírus, que invadem outras células saudáveis. Células infectadas, porém, expõem na superfície (figura 7) componentes do vírus, reconhecidos pelos linfócitos T citotóxicos. Com isso, o linfócito liga-se à célula-alvo e a bombardeia com pelo menos dois tipos de proteínas que, juntas, levam à morte celular (por necrose ou apoptose), evento descrito em 1991 em estudo do qual um dos autores (Young) participou.

Uma dessas proteínas é a perforina, que se insere na membrana celular e forma 'poros' ('furos') que expõem o interior da célula, como demonstrado pelos autores, junto com outros grupos. O dano à

membrana é suficiente para levar a célula à necrose. Outros grupos revelaram depois que a segunda proteína, a enzima granzima B, liga-se à superfície da célula-alvo e entra no citoplasma. Ali, essa enzima ativa a cascata das caspases, provavelmente ao clivar a caspase 10, induzindo a apoptose.

Mas as células 'ci-

Figura 5. Os fragmentos de DNA de uma célula apoptótica separados por eletroforese (manchas escuras) formam uma 'escada', na qual os 'degraus' indicam o número de pares de bases (200, 400, 600 etc.) de cada fragmento



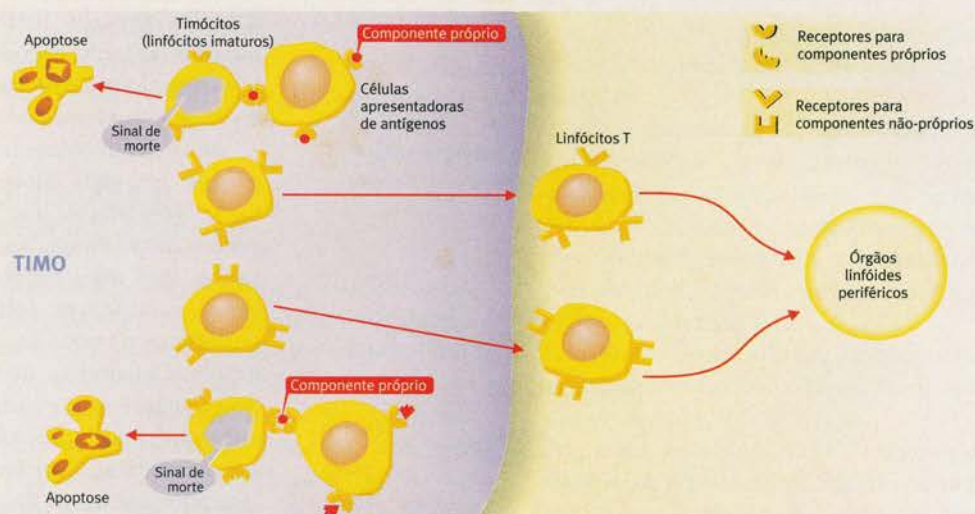


Figura 6. Seleção no timo de linfócitos úteis: os que se ligam a componentes próprios (das células 'apresentadoras de antígenos') recebem o sinal para morrer, e os demais escapam da morte e saem do timo para os órgãos linfóides periféricos

totóxicas' também induzem apoptose por meio da proteína Fas, presente na membrana de várias células. Essa proteína mantém uma parte dentro da célula e outra fora, e pode ligar-se a outra proteína, a Fas-ligante (FasL), presente na membrana dos linfócitos T citotóxicos. Quando o linfócito liga-se à célula-alvo, a FasL une-se à Fas e altera a forma da parte externa dessa última. Essa alteração faz com que a parte interna ative a caspase 8, iniciando a cascata de caspases. Em certos casos, fatores acidentais podem ser o 'gatilho' do programa de morte.

OS GENES SÃO OS RESPONSÁVEIS

Células insubstituíveis, como neurônios e fibras musculares esqueléticas, são mais resistentes à apoptose porque sua perda seria desastrosa para o organismo. Já células substituídas com facilidade, como as do sangue, são mais propensas a morrer desse modo. Mas o que determina que serão mais suscetíveis ou mais resistentes?

As primeiras evidências de que os mecanismos do suicídio celular são regulados por certos genes vieram dos estudos pioneiros de Robert Horvitz e colaboradores (no Massachusetts Institute of Technology, nos Estados Unidos) com o *Caenorhabditis elegans*. Esse pequeno verme de vida livre no solo é um modelo excelente para esse tipo de estudo por ter apenas 1.090 células somáticas (já diferenciadas), das quais 131 morrem durante seu desenvolvimento. Inofensivo ao homem, o *C. elegans* reproduz-se rapidamente em laboratório e é transparente: cada célula pode ser observada.

Outra vantagem é que todos os seus genes são conhecidos (estudo concluído em dezembro do ano passado). Isso permitiu identificar, em vermes mutantes, os 14 genes com algum papel na morte programada das células, batizados de *ced* (de *cell death abnormal*). Para a destruição das 131 células, apenas dois (*ced-3* e *ced-4*) são necessários: muta-

ções em um deles bloqueiam a apoptose, e as células do *C. elegans* que morreriam continuam saudáveis. O *ced-3* é semelhante ao gene humano que codifica a caspase 1, sugerindo que descendem de um ancestral comum.

Que mecanismo faz com que só as células supérfluas do *C. elegans* sejam eliminadas? A resposta parece estar em outro gene, o *ced-9*, que impede a ação dos dois genes suicidas, evitando a apoptose. Esse 'gene de sobrevivência' parece ser expresso normalmente em muitas células que não devem morrer, talvez para protegê-las. Em vermes mutantes, sem um *ced-9* ativo, muitas células que estariam no adulto morrem por apoptose. Ao contrário, em mutantes que expressam em excesso esse gene certas células supérfluas são poupadas da morte.

Um gene dos mamíferos muito parecido com o *ced-9* é o que codifica a proteína *Bcl-2* (de *B-cell lymphoma*), que também protege as células da morte programada. Vários trabalhos vêm sugerindo que a *Bcl-2* e outras proteínas da mesma família regulam, em grande parte, a suscetibilidade celular à morte programada. Essa função começou a ser compreendida pelo estudo de portadores do linfoma de células B, tipo de leucemia que só afeta esses linfócitos. Descobriu-se que nessas células tumorais o gene responsável pela *Bcl-2* tem atividade excessiva, levando à produção de grandes quantidades da proteína. Em geral, os oncogenes (genes que causam câncer se expressos em excesso) promovem a divisão celular, mas a superexpressão da *Bcl-2* não tinha esse efeito, o que intrigou os cientistas.

O mistério foi desfeito com a descoberta de que a *Bcl-2* impede a morte celular, o que também leva, como a divisão descontrolada, ao acúmulo de células anormais e, com isso, ao câncer. Outros estudos mostraram que o efeito protetor da *Bcl-2* é geral, evitando a apoptose em diversos tipos de células, tanto de modo direto (bloqueando complexos de

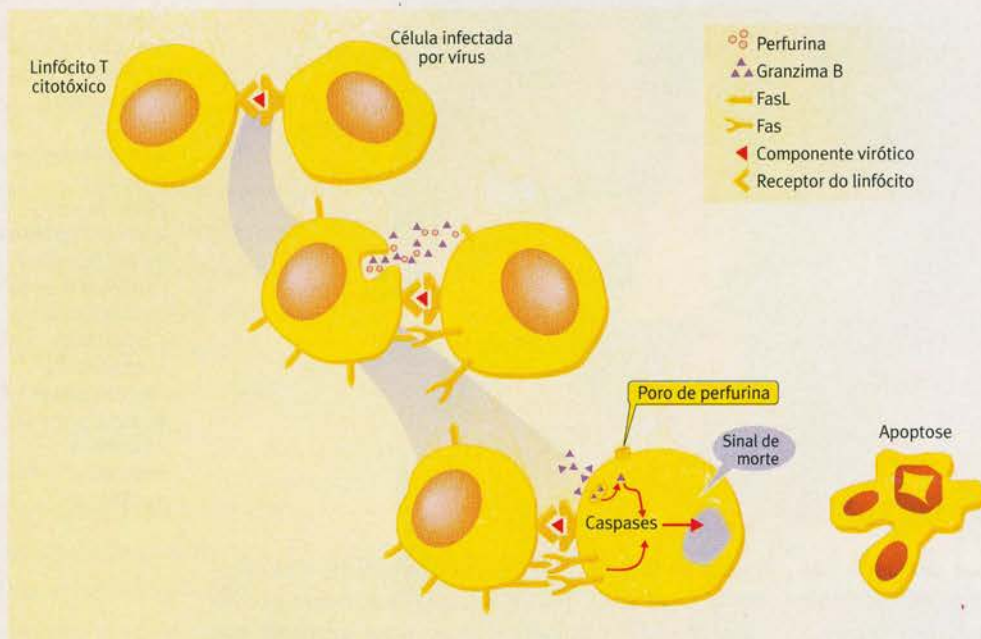


Figura 7. Os linfócitos T citotóxicos reconhecem células infectadas por vírus e ligam-se a elas, 'disparando' a perforina e a granzima B e estimulando a proteína Fas através da FasL

caspases) quanto indireto (impedindo a liberação para o citoplasma de componentes da mitocôndria, capazes de ativar a caspase 3). O excesso de *Bcl-2*, embora não seja suficiente para causar câncer, favorece a ação de outros oncogenes.

Certas células normais produzem níveis relativamente altos de *Bcl-2*. Acredita-se que isso preserva células cuja morte seria devastadora para o organismo. O excesso de proteção, porém, tem um preço: quando se tornam cancerosas, elas costumam gerar tumores mais agressivos, já que resistem mais à morte programada. Isso parece ocorrer com os melanócitos. Tais células, produtoras do pigmento melanina, que escurece a pele e ajuda a evitar a absorção de doses letais de luz solar, precisam ser protegidas porque sua morte precoce ameaçaria outras células da pele. Mas por causa dessa resistência à apoptose, os melanócitos, se há algum dano nos genes, geram tumores (melanomas) mais agressivos e que se espalham rapidamente.

Outro gene envolvido na apoptose também foi detectado em estudos de tumores. O câncer surge quando células recém-formadas apresentam mutações simultâneas em genes que controlam o crescimento e a sobrevivência. Esses 'defeitos', se pouco extensos, podem ser 'corrigidos' por enzimas especializadas. Em geral, se a mutação é irreparável, ocorre o suicídio celular (segundo o princípio 'melhor morta que errada'). O processo é comandado por um gene, presente em células normais, que codifica a proteína *p53* (o nome refere-se à massa da molécula: 53 quilodáltons). Ao contrário do gene *Bcl-2*, o *p53* desencadeia a apoptose. Células mutantes, sem esse gene, não sofrem apoptose. Elas vivem mais tempo, acumulam mais mutações e multiplicam-se sem

controle, gerando tumores. Por impedir isso, protegendo o organismo do câncer, o *p53* foi chamado de gene supressor de tumores.

Outros estudos mostraram que o gene *p53* está alterado com maior frequência nos portadores de câncer do que nas pessoas saudáveis. Em mais da metade de todos os tumores sólidos (incluindo os de pulmão, intestino grosso e mama) as duas cópias desse gene foram eliminadas ou alteradas – portanto, não codificam a proteína *p53* ou levam a formas não-funcionais da mesma.

O estudo da apoptose e do câncer está começando a esclarecer por que muitos tumores resistem à radioterapia e à quimioterapia.

Pensava-se que tais terapias destruam o tumor por necrose, mas agora sabe-se que as células morrem em geral por apoptose. O que parece ocorrer é que tanto a radiação quanto as drogas danificam o DNA das células cancerosas, ativando o gene *p53* e levando ao suicídio celular. Mas células cancerosas sem a *p53* ou com altos níveis de *Bcl-2* não morrem, tornando inúteis essas terapias. Há poucos anos também foi constatado que algumas dessas terapias ativam proteínas que estimulam a transcrição de 'genes protetores' (ver 'A indução da célula ao suicídio na luta contra o câncer', em *Ciência Hoje* nº 127).

Hoje, está sendo explorada a possibilidade de usar terapias genéticas para evitar a resistência das células cancerosas à apoptose. Uma dessas terapias consiste em introduzir o gene *p53* em tumores nos quais ele não existe ou está alterado, para restaurar a produção dessa proteína na célula. Também estão sendo investigadas maneiras de prevenir que genes *Bcl-2* hiperativos produzam essa outra proteína.

A APOPTOSE E AS DOENÇAS

A morte celular programada faz parte de diversos processos vitais, como o desenvolvimento embrionário, o controle de tumores e a regulação de populações de células do sistema imune. Alterações nos genes responsáveis pela autodestruição podem ser desastrosas. Por ser indispensável à vida, a morte da célula deve seguir um plano meticuloso. Qualquer distúrbio de sua regulação (tanto o excesso quanto a insuficiência) pode provocar uma variedade de doenças (figura 8).

A apoptose excessiva pode causar doenças neurodegenerativas (como o mal de Alzheimer e o mal de Parkinson), lesões secundárias após isquemia (blo-

queio da circulação do sangue), retinite pigmentosa (uma causa de cegueira) e osteoporose (perda de massa óssea). Certas infecções também podem levar à apoptose excessiva: no mal de Alzheimer, os neurônios parecem cometer suicídio precocemente, o que resulta em demência progressiva e irreversível, por perda da cognição e da memória.

Em ataques cardíacos por isquemia, o bloqueio sanguíneo leva à necrose as células que dependem do vaso afetado. Mas a destruição não termina aí: células próximas da área afetada também morrem, mais lentamente, e sua aparência sugere a ocorrência de apoptose. Parece que o conteúdo tóxico das primeiras células mortas, quando não destrói as células vizinhas por necrose, as leva ao suicídio.

Infecções por bactérias e protozoários também podem provocar a apoptose. Bactérias como *Shigella flexneri* e espécies de *Salmonella*, causadoras de disenterias, invadem as células e liberam as proteínas IpaB (*S. flexneri*) e SipB (*Salmonella*), que ativam a caspase 1 e levam à autodestruição. O protozoário *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas, induz apoptose em algumas das células que infecta (não todas), embora não se conheça o processo em detalhes. Resultados preliminares de estudo recente do grupo de um dos autores (Horta) indicam que macrófagos infectados em laboratório pelo protozoário *Leishmania amazonensis*, causador de um tipo de leishmaniose, mostram diminuição do conteúdo, fragmentação 'em escada' do DNA e condensação de cromatina, eventos típicos da apoptose.

Já a ausência de apoptose, em que a célula 'esquece' de morrer, pode levar a doenças auto-imunes (em que o sistema imune ataca o próprio organismo), infecções viróticas prolongadas ou tumores (como no câncer). As doenças auto-imunes podem ser gera-

das por falhas no programa de morte (ainda no timo) de células T que reagem com substâncias do próprio organismo, ou mesmo após uma reação de defesa a certos componentes externos muito semelhantes aos internos.

Infecções viróticas também podem se alongar pela ausência de apoptose. As células invadidas por vírus com frequência param ou reduzem a síntese das próprias proteínas para fabricar as dos invasores. Em geral, isso bastaria para levar à apoptose muitas células, mas alguns vírus inibem o processo. O vírus Epstein-Barr, agente da mononucleose e associado a cânceres linfáticos, produz proteínas parecidas com a *Bcl-2* (inibidora de apoptose) e moléculas que induzem maior produção dessa proteína na célula. Outros inativam ou destroem a *p53* (indutora de apoptose), como o vírus do papiloma, principal causa do câncer de colo do útero. O vírus da varíola bovina produz uma proteína que impede a cascata de caspases. O conhecimento dessas estratégias está permitindo a criação de novas drogas, que bloqueiam a ação dos vírus.

Na Aids, a indução de apoptose em células saudáveis contribui para a deficiência do sistema imune que caracteriza a doença. O vírus da Aids (HIV) infecta basicamente os linfócitos T 'auxiliares', usando como porta de entrada a proteína de superfície CD4. A 'chave' que se encaixa no CD4 e abre essa porta é a proteína virótica *gp120*. Pessoas com Aids perdem grande parcela desses linfócitos, mas a maioria dos que morrem não parece estar infectada, e foi provado que muitos morrem por apoptose. Estudos recentes sugerem que a *gp120*, também presente no sangue dos portadores do HIV, ativaria o suicídio de células não infectadas ao ligar-se ao CD4. Interações entre as proteínas Fas e FasL, cuja produção aumenta durante a infecção, fariam o mesmo. Os linfócitos T citotóxicos (mesmo não tendo a CD4) também são levados ao suicídio, pois dependem de fatores de crescimento derivados dos auxiliares para evitar o processo.

Essa é uma pequena amostra de como uma falha mínima no programa de morte que toda célula carrega pode levar a uma doença e, às vezes, à morte do indivíduo. Mas é suficiente para justificar todo o esforço realizado para que cada participante, cada etapa e cada arma do misterioso suicídio celular sejam revelados. Qualquer descoberta é importante para a criação de novas terapias e métodos de prevenção, que poderão evitar ou tratar com sucesso inúmeras doenças hoje incuráveis.

Figura 8.
Doenças associadas com a morte celular por apoptose

Sugestões para leitura

- BARINAGA, M.
'Death by dozens of cuts'
Science, v. 280
(p. 32), 1998.
Número especial sobre apoptose.
Science, v. 281, 1998.
SALVESEN, G.S. & DIXIT, V.M.
'Caspases: intracellular signaling by proteolysis', *Ce*
v. 91 (p. 443), 1997.
THOMPSON, C.B.
'Apoptosis in the pathogenesis and treatment of disease',
Science, v. 267 (p. 1456), 1995

APOPTOSE INSUFICIENTE

1. CÂNCER

Linfomas foliculares
Carcinomas com mutações de *p53*
Tumores dependentes de hormônios
Câncer de mama
Câncer de próstata
Câncer de ovário

2. DOENÇAS AUTO-IMUNES

Lúpus eritematoso sistêmico
Glomerulonefrite imune

3. INFECÇÕES VIRÓTICAS

Herpesvírus
Poxvírus
Adenovírus

APOPTOSE EXCESSIVA

1. AIDS

2. DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

Doença de Alzheimer
Doença de Parkinson
Esclerose lateral amiotrófica
Retinite pigmentosa
Degeneração cerebelar

3. SÍNDROMES MIELODISPLÁSICAS

Anemia aplástica

4. LESÕES ISQUÊMICAS

Infarto do miocárdio
Acidente vascular cerebral

5. DOENÇAS DO FÍGADO

INDUZIDAS POR TOXINAS
Álcool

Imagens contra os exterminadores do futuro

Anônimos, desprotegidos e com os sonhos esvaídos, 8,7 milhões de crianças e adolescentes brasileiros de 10 a 17 anos perseguem diariamente um caminho sem infância. Passam os dias nas lavouras, nos fornos de carvão, nos garimpos, nas pedreiras ou nas máquinas de sisal. Entregam sua saúde, seu direito ao estudo, seu tempo de lazer às atividades que darão sustento às famílias e garantia à própria sobrevivência. Perdem não só seus anos de inocência como suas chances de futuro.

A história não é nova no Brasil. Apesar de existirem leis que condenam o trabalho infantil, é a manutenção do desvio que prevalece na prática. É quase

regra no país que crianças de estratos sociais mais favorecidos tenham acesso à educação enquanto as de grupos de mais baixa renda reproduzam o destino de seus pais: o trabalho precoce. Segundo dados divulgados nos *Cadernos de Políticas Sociais* da Unicef, em 1996, 55,1% das crianças brasileiras de 10 a 14 anos trabalham na agricultura, 17,7% no setor de serviços, 14,2% no comércio, 7,2% na indústria de transformação, 1,5% na construção civil e 4,3% em outras atividades.

*“Meu sonho é não tossir
à noite por causa da fumaça do forno”*

JOÃO, 9 ANOS, CARVOEIRO (MS)



FOTOS JOÃO ROBERTO RIPPER

“A correção desses índices deve passar por uma transformação dos valores sociais, que permita exercer pressão sobre o Estado e exigir que a lei seja cumprida”, afirma José Roberto Novaes, pesquisador do Núcleo de Agricultura e Meio Ambiente do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. “Enquanto não diminuirmos os níveis de exploração e resolvermos o problema do trabalhador adulto, que conta com seus filhos como ativos provedores da família, não vamos acabar com o trabalho precoce”, acrescenta.

O economista relata que, quando fiscais chegam a locais de trabalho para ver se há crianças empregadas, é comum que pais e filhos se aliem ao empregador para esconder o caso e poder continuar o trabalho. “A miséria não dá outra opção às famílias. As crianças têm noção do papel que seu esforço representa no lar, e os empregadores sabem que a produtividade infantil é muito alta e de baixíssimo custo – esses meninos são clandestinos, não têm registro ou qualquer direito trabalhista”, lembra Novaes. O resultado é conhecido: crianças mutiladas, doentes, sem educação e envelhecidas precocemente.

“Faço estria nas árvores, jogo ácido e meto a mão na resina das 7h às 18h. Não sei escrever o meu nome porque, depois do serviço, eu só quero comer e ir para a cama”

VANDERLEY DOS SANTOS, 14 ANOS, SERINGUEIRO (SP)

Idealizador do projeto ‘Criança no campo: educação, direito, trabalho’, criado em 1995 com apoio da Unicef e mais tarde da Organização Internacional do Trabalho, Novaes acredita que se possa fazer uma reflexão sobre o

trabalho precoce similar à das campanhas contra o tabagismo. “Hoje são os filhos que pedem para os pais não fumar, dada a consciência que eles tomaram sobre os males que o tabaco causa. Nosso trabalho pretende apro-





“Quando a foice cortou meu dedo, eu não sabia se sentia dor, fome ou raiva, muita, muita raiva”

ARNON, 13 ANOS, CANAVIEIRO (PE)

ximar, através de imagens (fotos, vídeos, desenhos etc.) a realidade infantil rural de crianças e jovens que estão na escola, de professores universitários e do ensino fundamental, para que esses grupos tenham elementos para refletir sobre o problema e possam ser agentes de transformação social.”

O projeto coordenado pelo economista da UFRJ reúne várias universidades, entidades governamentais e não-governamentais, sindicatos e outros representantes da sociedade civil de diferentes regiões do país. O objetivo é fazer uma leitura da realidade através de imagens, atingindo diferentes públicos.

Fotos e slides, por exemplo, apresentados em exposições ou salas de aulas, retratam situações de trabalho e condições de vida

que permitem relacionar a qualidade de ambos. As imagens mostram crianças com facões maiores que seus braços, aplicando agrotóxicos descalças, aspirando vapores de mercúrio no garimpo, carregando peso excessivo, respirando a fuligem de fornos de carvão, ou usando instrumentos de corte sem qualquer proteção.

Os vídeos complementam esse retrato social e oferecem dados para pensar sobre a legislação. O projeto inclui ainda oficinas com estudantes para que, a partir dessa sensibilização, possam expressar seus sentimentos através de desenhos, textos, poesias. “A idéia é que a criança urbana tenha elementos para pensar sobre essa realidade e possa ser um ator de transformação social. Esse é o desafio que o programa apresenta

“Sonho em ter uma namorada e embarcar para Salvador, para tomar picolé na praia e comer paçoca. Mas só vou realizar tudo isso quando não precisar mais ajudar meu pai”

AGDEMÁSIO, 14 ANOS, SISALEIRO (BA)





às escolas”, diz o coordenador.

Também faz parte do projeto o treinamento de professores para lhes dar subsídios que permitam manter uma reflexão permanente nas escolas. E ainda promove mesas-redondas temáticas, que congregam instituições da sociedade civil e do governo para traçar uma radiografia da realidade local, socializar informações e integrar as atividades num trabalho comum. Outro objetivo é aproximar realidades diferentes através de movimentos culturais (peças de teatro, corais, dança e música).

Os resultados do projeto são expressivos: 25 mil estudantes de ensino médio e fundamental já viram a exposição, 600 universitários foram treinados como monitores e 700 fitas de vídeos com quatro abordagens diferentes foram distribuídas nas escolas.

Incluído na programação da SBPC jovem deste ano, que se realiza de 11 a 16 de julho em Porto Alegre, o projeto vai ofere-

***“Doem as costas porque estamos pegando folhas da base do pé.
Eu tenho que vir com esta blusa de manga comprida porque
tem o suco do fumo que fica colado na gente”***

CARLA, 15 ANOS, FUMICULTORA (RS)

cer oficinas de trabalho sobre o tema para professores do ensino fundamental e médio, treinamento de monitoria para estudantes universitários, uma exposição com 140 fotos e exibição contínua de cinco vídeos para o público geral e para escolas com visitas programadas. A programação na SBPC, intitulada ‘Trabalho infantil: educação através das imagens’, foi elaborada com a participação de 16 entidades.

“A idéia do projeto é erradicar um tipo específico de trabalho infantil, submetido à exploração dos pais e dos empregadores. Existem alternativas em que a criança tem acesso ao estudo e ao lazer sem deixar de contribuir com a

família”, diz Novaes. “Em alguns acampamentos do Movimento Sem Terra, a criança é integrada ao processo produtivo, fazendo de seu instrumento de trabalho uma brincadeira. Ela vai cuidar dos animais, transportar água, tomar conta dos irmãos, mas também vai estudar e ter um campo de futebol para jogar”, exemplifica. Ele diz que, nesses casos, a escola não está divorciada da realidade e da produção. Ao contrário, ela faz parte de um processo de socialização em que o trabalho é permitido.

Alicia Ivanissevich

Ciência Hoje/RJ

Através de exposições e outras atividades realizadas nas escolas, crianças e jovens urbanos se conscientizam da realidade do trabalho infantil



Batalhas dentro do sistema imune

Como o número de linfócitos, protagonistas do sistema imune no combate a microrganismos e moléculas estranhas ao corpo, se mantém constante nos homens e animais adultos? A questão, uma das mais intrigantes da imunologia, começa a ser resolvida com a ajuda de conceitos e ferramentas 'exportados' da ecologia. O imunologista português António A. Freitas, do Instituto Pasteur de Paris, coordena trabalho fundamental na busca por essas respostas.

Os primeiros resultados mostraram que o tamanho da 'população' de linfócitos não é determinada apenas pela presença de antígenos, mas também pela competição entre diferentes tipos de linfócitos. O trabalho levou os cientistas a concluir, entre outras coisas, que, quanto mais diversificado o sistema imunológico, melhor será seu funcionamento.

Sabe-se que as populações de linfócitos aumentam logo após o nascimento dos mamíferos, mas nos adultos seu número é mantido praticamente constante durante toda a vida. Apesar disso, milhões de linfócitos são produzidos diariamente na medula óssea. Não se sabe por que e como o número dessas células é controlado: quais fatores influenciam a interação dos linfócitos com seu ambiente e com outros linfócitos para a manutenção de uma determinada quantidade.

Quando substituímos a palavra linfócitos por organismos, essas questões tão frequentes na imunologia passam a ser familiares também para os ecologistas. Nessa área há diversas teorias para

explicar a regulação do crescimento de uma população (homeostase populacional). Um dos modelos mais conhecidos é o Lotka-Volterra, proposto na década de 20 pelo matemático italiano Vito Volterra (1860-1940) e pelo demógrafo norte-americano Alfred James Lotka (1880-1949). Essa teoria considera que a densidade populacional dos organismos é afetada por sua própria taxa de crescimento e também pela taxa de crescimento de populações competidoras.

A experiência

O modelo matemático Lotka-Volterra foi usado pelos pesquisadores do Instituto Pasteur para explicar os resultados obtidos em experiências de laboratório. Os experimentos submeteram camundongos à radiação gama, em doses não-mortais, mas que exterminaram as células da medula óssea, que dão origem aos linfócitos. Após esse tratamento os animais receberam injeção endovenosa de células da medula óssea de outros camundongos, normais e/ou modificados geneticamente (transgênicos).

Os animais foram deixados em gaiolas por dois meses, sem tratamento ou manipulação, para que houvesse repopulação dos linfócitos B em seus órgãos e sangue. (Há também repopulação de linfócitos T, mas como seria difícil analisar tudo, os pesquisadores optaram pelos do tipo B. Provavelmente o comportamento dos linfócitos T seja um pouco diferente, mas é apenas especulação.) Os linfócitos B originados de células da medula óssea de animais nor-

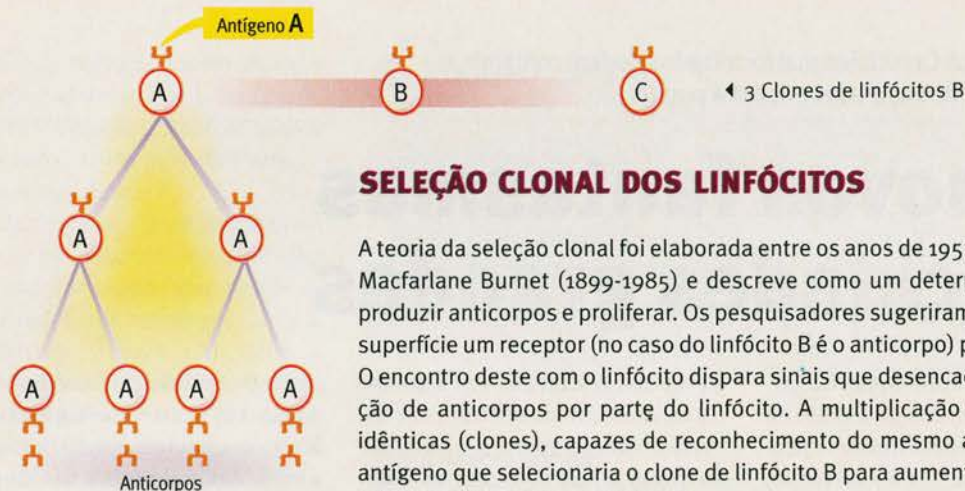
mais têm em suas superfícies uma grande variedade de anticorpos, ao contrário dos linfócitos B vindos da medula dos transgênicos. Essas diferenças facilitaram a identificação da origem dos linfócitos e de seus anticorpos no sangue e órgãos dos camundongos, com a ajuda de um citômetro de fluxo (aparelho que faz a contagem das células marcadas com fluorescência, avalia seu tamanho e o conteúdo dos ácidos nucléicos).

Os cientistas constataram que tanto nos animais reconstituídos com células de camundongo normal como naqueles injetados por células de transgênicos, o número de linfócitos B inicialmente aumentou mas, depois de algum tempo, permaneceu constante, dentro dos padrões normais. Esse quadro, no entanto, mudou completamente quando os pesquisadores injetaram células normais e transgênicas simultaneamente em um camundongo.

Competição entre as células

Os resultados dessa terceira etapa da experiência divergiram da teoria clássica da seleção de clones de linfócitos (ver 'Seleção clonal dos linfócitos'). Segundo esta, a presença de duas populações de diferentes origens de linfócitos B não influiria na proliferação ou morte de uma dessas populações no corpo do camundongo. A densidade alcançada pelos grupos diferentes de linfócitos seria equivalente e a mesma dos testes anteriores.

A hipótese de Freitas e as equações matemáticas formuladas pe-



O clone A é selecionado pelo antígeno A, prolifera e produz anticorpos

SELEÇÃO CLONAL DOS LINFÓCITOS

A teoria da seleção clonal foi elaborada entre os anos de 1957 e 1959 pelo australiano Frank Macfarlane Burnet (1899-1985) e descreve como um determinado linfócito B é ativado a produzir anticorpos e proliferar. Os pesquisadores sugeriram que cada linfócito tem em sua superfície um receptor (no caso do linfócito B é o anticorpo) para um determinado antígeno. O encontro deste com o linfócito dispara sinais que desencadeiam a proliferação e a produção de anticorpos por parte do linfócito. A multiplicação dessa célula originará outras idênticas (clones), capazes de reconhecimento do mesmo antígeno. Nessa teoria, seria o antígeno que selecionaria o clone de linfócito B para aumentar em número, e não haveria a influência das outras populações.

lo seu grupo de pesquisa, no entanto, indicavam outra realidade: duas populações de células diferentes injetadas em um único animal vão competir entre si. As teorias foram comprovadas na prática pelos cientistas. Os camundongos injetados com células normais e transgênicas tinham o número de linfócitos B modificado: os linfócitos B transgênicos nunca alcançavam o tamanho-padrão, enquanto que seus 'concorrentes' (linfócitos B vindos de animais normais) atingiam a densidade esperada. Os pesquisadores do Instituto Pasteur constataram, portanto, que há competição entre as células do sistema imune.

A curiosidade dos cientistas então se voltou para as causas ou objetivos dessa verdadeira 'guerra' entre os linfócitos B. As pesquisas mostraram que as células originadas de animais normais saíram vitoriosas. Talvez por apresentarem repertório mais amplo de anticorpos, elas proliferaram mais e repopularam com maior eficiência o sangue e órgãos como o baço. A hipótese passou a ser a seguinte: se por ser mais diversificada uma determinada população cresce mais, os linfócitos estariam competindo por recursos que aumentariam sua proliferação, como os fatores de crescimento (as linfocinas, espécie de

hormônios do sistema imune) e os antígenos, e por espaço.

Para tentar comprovar essa teoria, os pesquisadores manipularam uma das possíveis fontes de competição entre as células, os antígenos. Como os linfócitos B transgênicos utilizados eram específicos para apenas um antígeno, conhecido como TNP (2,4,6-trinitrofenil), foi fácil a realização dos testes. Os camundongos foram injetados com linfócitos B de dois tipos, um deles anti-TNP. Os camundongos também tiveram implantadas em seus dorsos pequenas bombas osmóticas liberadoras do antígeno TNP em sua circulação. Observou-se que mesmo quando os camundongos receberam pouca quantidade de linfócitos B anti-TNP, numa proporção de 1 para 9 em relação a outra população de linfócitos B, as células anti-TNP aumentaram e ultrapassaram o número das outras células. Diante desses resultados, os pesquisadores concluíram que o 'troféu' dessa competição era o antígeno. A 'guerra', portanto, será sempre vencida pelo linfócito B que encontrar maior quantidade de seu antígeno específico nos tecidos do camundongo ou em seu ambiente.

A partir da descoberta do Instituto Pasteur – publicada na revista da Academia Nacional de

Ciências dos Estados Unidos (PNAS, vol. 94, pp. 5.792) e comentada nas revistas *The Economist* e *Science* (vol. 276, pp. 181) em 1998 – várias conclusões podem ser tiradas. Uma delas é que quanto mais diversificado o sistema imunológico (suas células e anticorpos) melhor para o indivíduo. Um maior número de linfócitos diferentes impedirá, ou diminuirá muito, a possibilidade de apenas alguns poucos dominarem. Já um repertório menos diversificado de células pode resultar na predominância de poucos linfócitos, aumentando as chances de que alguns deles combatam apenas moléculas do próprio corpo (linfócitos auto-reativos).

Assim, as suspeitas dos cientistas sobre o aumento da incidência de eczemas (doença de pele auto-imune não muito grave) em indivíduos de países ricos, onde vem ocorrendo o desaparecimento de parasitas e de vários microrganismos patogênicos, não são infundadas. A contínua ativação dos linfócitos parece não ser nada má para nossas defesas imunológicas e, nesse caso, um mundo totalmente ascético não valeria a pena.

Selma Giorgio

Departamento de Parasitologia,
Instituto de Biologia,
Universidade Estadual de Campinas

SAÚDE PÚBLICA Cemitérios mal localizados podem contaminar lençóis subterrâneos e trazer riscos à população

Os novos fantasmas das cidades grandes

Na época de construção do primeiro cemitério da cidade de São Paulo, em 1856, muito se protestou contra a sua localização. Diziam os críticos que o cemitério da Consolação ficava “no fim do mundo, à beira da estrada para Sorocaba, ladeado de capinzais e vacarias”. Hoje, como consequência da rápida e progressiva expansão da cidade, o cemitério encontra-se em plena área urbana, no centro cultural e financeiro de São Paulo. Encontra-se a mesma realidade em praticamente todas as grandes cidades brasileiras, e as críticas hoje – opostas às do século passado – apontam os cemitérios como “vilões”, trazendo riscos ao meio ambiente e à saúde pública.

Entre os problemas que um cemitério mal localizado pode causar está a contaminação das águas subterrâneas por dejetos e microrganismos provenientes dos cadáveres, fato já comprovado em

pesquisas realizadas nos últimos 10 anos no Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (Cepas), do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

“Cemitérios implantados sem se levar em conta as características geoambientais e hidrogeológicas do local e mal operados tecnicamente comprometem o processo natural de decomposição, causando a mumificação ou a saponificação do cadáver, e podem provocar a contaminação do lençol freático”, afirma o geólogo Alberto Pacheco, coordenador do Cepas. “Mesmo quando ocorre o processo normal de putrefação do cadáver, se o sepultamento não for adequado, os microrganismos que proliferam nos corpos podem ser carregados para as águas, contaminando-as.”

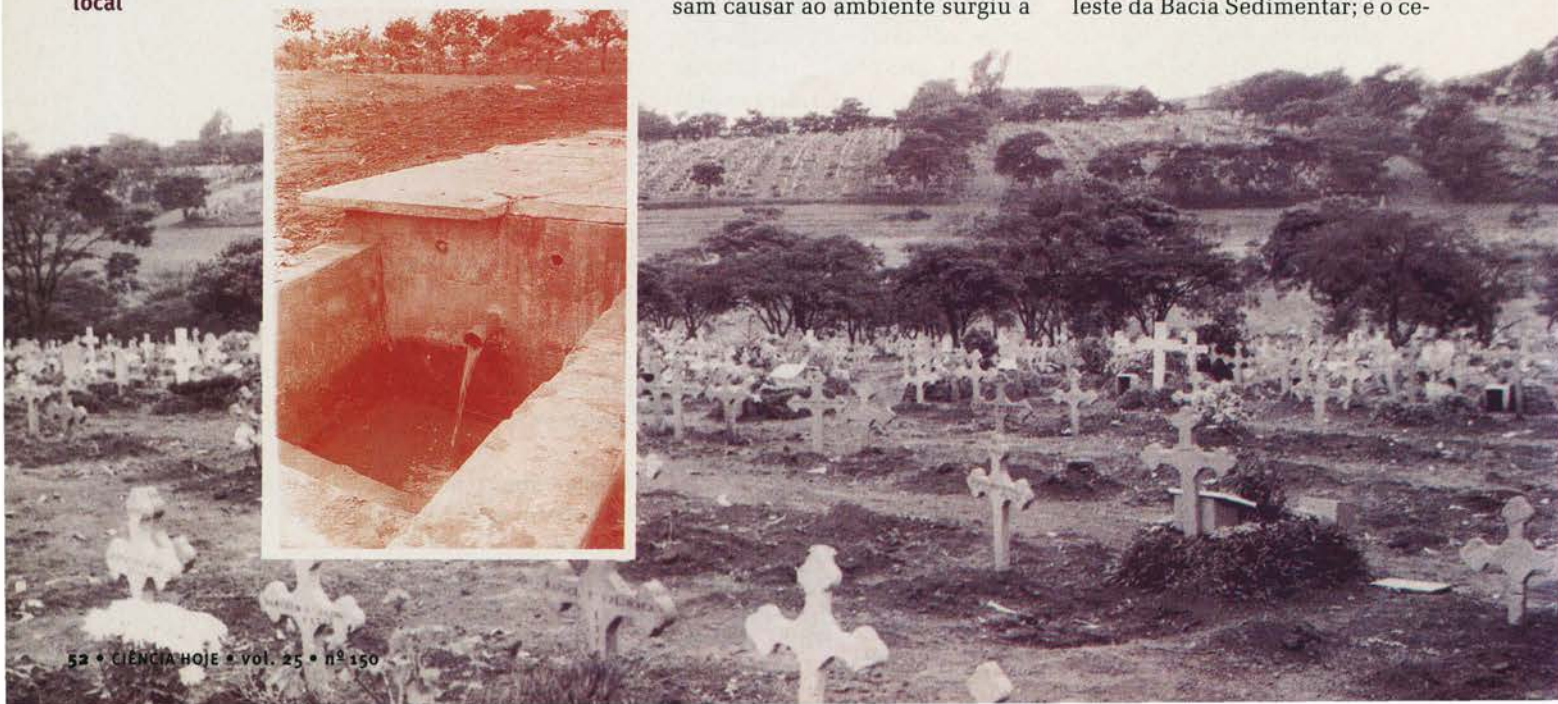
A pesquisa em São Paulo

O interesse do Cepas pelos possíveis riscos que os cemitérios possam causar ao ambiente surgiu a

partir da notícia, no final da década de 1970, de que higienistas franceses haviam constatado que a incidência de febre tifóide em algumas comunidades da França se devia ao posicionamento dos cemitérios em relação às fontes de água. A partir daí, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos na USP, assim como em outras universidades brasileiras, como a Universidade Estadual Paulista (Unesp) e a Universidade Federal do Ceará (UFCE).

Em visita a alguns dos cemitérios da cidade de São Paulo, Pacheco pôde verificar que os mesmos constituem, de fato, um risco para o ambiente. O pesquisador e sua equipe selecionaram para sua pesquisa três necrópoles, de acordo com critérios geológicos e hidrogeológicos: o cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, situado na borda da Bacia Sedimentar; o cemitério da Vila Formosa, o maior da América Latina, na zona leste da Bacia Sedimentar; e o ce-

Vista geral do cemitério de Vila Formosa. No detalhe, bica de água no mesmo local



MUMIFICAÇÃO E SAPONIFICAÇÃO

A mumificação está relacionada à ausência de fenômenos putrefativos e à desidratação do cadáver. Por absorverem mais facilmente os líquidos do corpo, os terrenos arenosos propiciam a mumificação, assim como os solos ricos em nitrato de potássio, por sua ação anti-séptica. Quando mumificado, o cadáver conserva sua forma e fica com uma cor escura. O peso do corpo é reduzido pela perda de água e gordura e assume o aspecto de múmias, de onde provém o nome.

Desde o terceiro milênio a.C., os egípcios praticaram a mumificação artificial usando o óxido de sódio, betume e produtos do cedro. Hoje mumifica-se o cadáver com aldeído fórmico.

A saponificação ocorre quando o cadáver é sepultado em ambiente pantanoso. O solo argiloso e impermeável, quando saturado de água, facilita esse tipo de fenômeno. Por isso, terrenos com elevada porcentagem de argila não são recomendáveis para a construção de cemitérios. “Talvez o problema da saponificação pudesse ser resolvido com o uso de oxidantes energéticos que não causam mal ao meio ambiente, como o peróxido de cálcio testado pelo geólogo Lezírio Marques Silva”, sugere Pacheco.

Quimicamente, a saponificação é a transformação de gordura em sabão. A gordura armazena-se no tecido adiposo na forma de glicerol e ácidos graxos – os triglicerídios. Determinadas condições ambientais favorecem a decomposição dos triglicerídios, liberando os ácidos graxos, que se unem a alguns minerais do organismo, como o cálcio, o magnésio e outros, formando o sabão. O cadáver saponificado fica intacto, com aspecto untoso e cheiro de queijo rançoso.



REPRODUÇÃO

mitério da Areia Branca, na Baixada Santista. Os três foram construídos antes de entrar em vigor o Código Sanitário Estadual de 1978, que contém a principal legislação sobre a implantação de necrópoles visando à proteção ambiental e à saúde pública.

Através de análises microbiológicas das águas do lençol freático feitas periodicamente nesses cemitérios durante um ano, constatou-se que as águas não apresentavam condições higiênicas e sanitárias satisfatórias, possivelmente por terem sido contaminadas pelos cadáveres do local. Os mais altos índices de contaminação foram encontrados no cemitério da Areia Branca, como consequência das condições geológicas e hidrogeológicas do local.

O estudo revelou ainda que o fenômeno da conservação do cadáver (saponificação) é freqüente nos cemitérios da região metropolitana de São Paulo, como no da Vila Formosa, onde os sepultamentos são feitos por inumação – caixão colocado em covas rasas. Nessa necrópole, o solo é formado por sedimentos predominante-

mente argilosos e lentes de areia, formando aquíferos suspensos. Esse quadro, aliado ao ambiente úmido gerado nos dias chuvosos, favorece a saponificação dos cadáveres.

No cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, segundo informações de funcionários, de 30 corpos exumados, cerca de sete permanecem conservados. O fenômeno ocorre, em geral, com os corpos sepultados em zonas baixas do cemitério onde o aquífero freático é pouco profundo.

O fenômeno da saponificação também acontece nos cemitérios onde são feitos os sepultamentos por entumultamento (em túmulos subterrâneos de concreto). Um exemplo é o do cemitério Nova Necrópole Recanto do Silêncio, de Itapeverica da Serra, onde há alguns anos, segundo dados da pre-

feitura local, cerca de 70% dos corpos sepultados por entumultamento apareceram saponificados, dificultando a reutilização dos túmulos. A causa do alto índice de saponificação estava nas águas das chuvas, que se infiltravam pela laje de cobertura dos túmulos e se acumulavam nas gavetas superiores, impedindo o processo normal de decomposição dos cadáveres. “Em geral, deficiências na drenagem de águas de superfície em cemitérios são as grandes responsáveis pela saponificação de corpos sepultados por entumultamento”, comenta Pacheco.

Águas contaminadas

O risco de contaminação das águas subterrâneas por microrganismos é ainda mais preocupante quando se leva em conside-

A cova aberta e inundada propicia a proliferação de microrganismos patogênicos

Entre os problemas dos cemitérios mal localizados está a possível contaminação das águas subterrâneas por dejetos e micróbios provenientes dos cadáveres



ração seu uso posterior em poços rasos ou nascentes pelas populações de baixa renda. Tal prática ameaça essa parcela da população de contrair doenças veiculadas pela água, como o tétano, a gangrena gasosa, a toxiinfecção alimentar, a febre tifóide e paratífóide, a desenteria bacilar, a hepatite A, entre outras.

Além disso, alerta o geólogo da USP, é comum a utilização, por parte de visitantes e funcionários, de minas de água dos próprios cemitérios, como verificado no cemitério da Vila Formosa. Também constatou-se o uso da água dessas minas por populações carentes da vizinhança: “Nos fundos do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, está a favela da Invasão ou Morro da Esperança, sem água e esgoto. Os moradores dos barracos próximos às covas usam a bica de água do cemitério para consumo. Lá, as pessoas jogam lixo no interior da necrópole e convivem com moscas varejeiras, pernilongos, baratas, ratos e escorpiões que transitam livremente na favela”, alerta o pesquisador.

Pacheco considera que a escolha do local para a instalação de cemitérios, assim como a operação dos mesmos, é de grande importância. “A implantação de cemitérios em áreas adequadas é uma forma de evitar que os efeitos da decomposição dos corpos sejam transferidos para fora e também de garantir a destruição natural dos mesmos”, afirma. O geólogo sugere ainda que as prefeituras, os órgãos ambientais e de saúde pública exijam a elaboração de projetos qualificados para a construção de necrópoles. E acrescenta: “os planejadores urbanos, ao elaborarem os programas de ordenamento de crescimento das cidades, também devem considerar a implantação imediata e a longo prazo de cemitérios”.

Eliza Muto

Especial para *Ciência Hoje*/SP

GEOLOGIA Quatro universidades brasileiras somam esforços para estudar rochas que compõem a Faixa Araguaia

Paisagem montanhosa no antigo Tocantins

Um pool de geólogos das universidades de Brasília, São Paulo e as federais de Minas Gerais e de Ouro Preto foi formado para estudar uma ampla porção de rochas metamórficas dobradas, denominada Faixa Araguaia, no atual estado de Tocantins. Com cerca de 1.000 km, ela se estende do norte de Goiás ao sul do Pará. Ao final do Pré-Cambriano (período entre 4,5 bilhões e 550 milhões de anos atrás), uma sucessão de eventos tectônicos acabou produzindo na região o levantamento de uma cadeia de montanhas que, nos períodos geológicos subsequentes, foi substituída pelo relevo uniforme que se vê hoje.

O surgimento da cadeia montanhosa foi precedido da implantação de uma ampla bacia de sedimentação formada pelo afastamento de duas placas tectônicas.

Com a reaproximação dessas placas, o material sedimentar expulso dobrou-se formando a cadeia montanhosa. Além de estudar essa bacia, a região oceânica em que se implantou e o posterior dobramento das rochas, os pesquisadores querem saber se a elevação produzida é do tipo andino ou himalaiano. Os Andes e os Himalaias, dois análogos modernos daquela formação, ergueram-se há cerca de 80 milhões de anos.

A datação dos eventos geológicos ocorridos na região do Tocantins é outra preocupação do grupo, coordenado pelo geólogo Marco Antônio Fonseca, da Escola de Minas da UFOP. Há dúvida se tudo se deu há 1,3 bilhão de anos, no período denominado mezoproterozóico, ou há 600 milhões de anos, no proterozóico superior.

“Estamos interessados em estudar a Faixa Araguaia pelo fato de ela ser uma área pouco conhecida do território brasileiro e apresentar problemas geológicos relevantes, como a evolução sedimentar e oceânica e a formação de cadeia montanhosa”, justifica Alexandre Uhlein, do Instituto de Geociências da UFMG.

Um aspecto curioso dessa investigação é que ela permite previsões sobre o futuro geológico dos Andes e dos Himalaias. Será que daqui a algumas centenas de milhões de anos essas cordilheiras continuarão imponentes como hoje ou terão se transformado num monótono chapadão?

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/MG

Mapa geológico de parte do estado de Tocantins abrangendo a Faixa Araguaia



OBA!

Tem trabalho de ciências.



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

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

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

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



Patrocínio



Fundação
Bradesco

Para comprar com desconto,
ligue grátis: **0800 264846**
e informe o código **CE56**

**CiÊNCIA
HOJE**
na escola

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



A ilha dos elementos superpesados

A tabela periódica ganhou um novo elemento químico. Uma equipe de físicos russos e norte-americanos trabalhando no laboratório nuclear de Dubna, vizinho a Moscou, anunciou em janeiro deste ano a produção de um átomo com 114 prótons no núcleo. A descoberta de um novo elemento é sempre um fato de interesse científico. Mas o átomo sintetizado em Dubna tem uma característica especial: ele provavelmente pertence à 'ilha dos elementos superpesados', uma espécie de 'terra prometida' dos físicos nucleares, cuja existência foi prevista nos anos 60 e que tem sido arduamente buscada desde então.

Para entender o que são elementos superpesados e por que eles estariam confinados a uma 'ilha' no mapa dos núcleos atômicos, é preciso saber um pouco sobre estabilidade nuclear. Os prótons e nêutrons no interior de um núcleo interagem através de duas forças. A primeira, a força nuclear forte, é predominantemente atrativa e de curto alcance. A segunda força é a elétrica: os prótons têm carga positiva e portanto tendem a repelir-se uns aos outros. Quanto maior for o número de prótons no interior de um núcleo, mais forte se torna o efeito desagregador da repulsão elétrica e mais dificuldade a força nuclear encontra para manter o sistema coeso. Isso faz com que os núcleos mais pesados (que têm muitos prótons) apresentem uma tendência a quebrar-se em dois pedaços, processo chamado de fissão nuclear.

A fissão restringe a quantidade de prótons que podemos juntar

em um único núcleo atômico e cria, portanto, um limite para o número de elementos químicos. Já em 1939, logo após a descoberta da fissão, vários cálculos indicavam que a tabela periódica deveria terminar em algum ponto entre os números atômicos $Z=100$ e $Z=110$ (o número atômico Z é o número de prótons no núcleo). Núcleos produzidos além desse limite sofreriam fissão tão rápido que não teriam tempo de capturar elétrons e formar um átomo. Mas, esses cálculos ignoravam um aspecto importante da estrutura nuclear, a estabilidade especial dos núcleos que têm certas quantidades de prótons e nêutrons.

Os núcleos têm uma estrutura organizada em 'camadas' – assemelham-se um pouco a cebolas microscópicas. Existem camadas distintas para prótons e nêutrons, e cada uma delas tem espaço apenas para um certo número de ocupantes. Núcleos com camadas preenchidas são muito mais estáveis do que aqueles que têm suas camadas incompletas; por isso, são chamados de núcleos 'mágicos'.

Um fenômeno análogo, talvez mais familiar, ocorre no nível atômico; a inatividade química dos gases nobres deve-se ao fato de suas camadas de elétrons estarem todas completas. A estabilidade dos núcleos que têm as camadas de próton e as de nêutron completamente preenchidas é notável, e eles são chamados de 'duplamente mágicos'. Exemplos de núcleos duplamente mágicos são o hélio-4 (número de prótons $Z=2$, número

de nêutrons $N=2$), o cálcio-48 ($Z=20$, $N=28$) e o chumbo-208 ($Z=82$, $N=126$). Todos eles têm uma estrutura muito mais difícil de romper do que a de núcleos com alguma camada incompleta.

Em 1966 alguns trabalhos teóricos sugeriram que o núcleo com 114 prótons e 184 nêutrons deveria ser duplamente mágico. Embora esse núcleo estivesse situado além do hipotético final da tabela de elementos, os cálculos mostraram que a coesão extra obtida com o fechamento das camadas de prótons e nêutrons garantiria a ele e seus vizinhos uma vida muito longa. Com isso a tabela periódica ganharia uma 'ilha de estabilidade' povoada por elementos superpesados em torno de $Z=114$.

Naquela época supôs-se que seria relativamente simples produzir grandes quantidades desses elementos, e até alguma expectativa foi criada quanto às suas aplicações: químicos esperavam novos compostos, engenheiros pensavam em melhores combustíveis nucleares, e militares sonhavam com bombas atômicas que caberiam em uma caixa de fósforos. Trinta anos de tentativas tenazes mostraram o quão difícil seria produzir uns poucos átomos desses elementos. Grandes laboratórios em Berkeley (EUA), Darmstadt (Alemanha) e Dubna (Rússia) empregaram uma parte significativa de seu tempo e recursos em busca dos átomos superpesados,



TOXICOLOGIA Pesquisa revela presença de resíduos químicos em várias marcas

obtendo importantes sucesso, como a produção dos elementos até $Z=112$, mas sem conseguir sintetizar os núcleos de vida longa da ilha de estabilidade.

É nesse contexto que a descoberta de Dubna se encaixa. Após 40 dias bombardeando plutônio-244 com átomos de cálcio-48, a equipe russo-americana observou a formação de um (único!) átomo cujo núcleo tem 114 prótons e 175 nêutrons. Esse núcleo viveu cerca de 30 segundos antes de desintegrar-se emitindo uma partícula alfa. Tal tempo pode parecer pequeno, mas é uma eternidade se comparado à vida de 0,2 milésimo de segundo do núcleo mais pesado conhecido até então ($Z=112$, $N=165$).

A enorme diferença de tempos de vida deve-se ao fato do núcleo de Dubna sentir os efeitos estabilizadores da vizinhança com o núcleo duplamente mágico em $Z=114$, $N=184$. Em um certo sentido, o novo núcleo está na 'praia' da ilha de estabilidade. O mesmo acontece com os núcleos encontrados na sua cadeia de decaimentos radioativos: ($Z=114$, $N=175$) [30 seg] $\rightarrow$ ($Z=112$, $N=173$) [15 min] $\rightarrow$ ($Z=110$, $N=171$) [96 seg] $\rightarrow$ ($Z=108$, $N=169$) [17 min] $\rightarrow$ fissão. Todos eles têm vidas relativamente longas, cerca de um milhão de vezes maior que a dos isótopos anteriormente conhecidos dos mesmos elementos. Novamente, sua longevidade deve-se à vizinhança da ilha de estabilidade.

O experimento de Dubna é extremamente delicado e algumas dificuldades ainda devem ser resolvidas antes que se possa dizer inequivocamente que o elemento 114 foi produzido (os autores estimam que a chance de erro é de 0,2%). Se a descoberta for confirmada, terá finalmente começado a exploração da ilha dos elementos superpesados.

Carlos Eduardo Aguiar

Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Leite contaminado por inseticidas

O uso abusivo de inseticidas para combater carrapatos que atacam bovinos afeta o sistema nervoso humano e pode levar à intoxicação. Uma pesquisa coordenada pelo toxicologista Igor Vassilieff, supervisor do Centro de Assistência Toxicológica (Ceatox) da Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), constatou a presença de resíduos químicos acima do aceitável em 15% das 12 marcas de leite analisadas.

O inseticida é aplicado sobre o couro do animal, sendo absorvido pela pele. Ele acaba penetrando na corrente sanguínea e 10% a 20% são eliminados pelo leite. O restante é excretado na urina e nas fezes.

“Os fazendeiros costumam aplicar o inseticida a cada 15 dias, quando o tempo de carência ideal é de 30 dias”, adverte Vassilieff. “Com

isso, além de contribuir para o parasita criar resistência ao produto, a contaminação do leite acaba sendo grande.”

Algumas das amostras analisadas apresentaram quantidades de piretróides – tipo de inseticida – superiores à ingestão diária aceitável (IDA), que oscila entre 20 e 50 microgramas por litro de leite. Vassilieff explica que, com o mau uso dos inseticidas, a concentração de resíduos químicos no leite nos primeiros 14 dias após a aplicação é superior à IDA.

Para o especialista da Unesp, a

melhor forma de evitar danos à saúde do consumidor é a prevenção, que deve começar no campo. O respeito ao intervalo de aplicação de inseticidas no gado seria o primeiro passo. Outra medida que deveria ser tomada pelos produtores de leite, em sua opinião, é a adoção de orientações veterinárias. “Esses profissionais podem indicar exatamente a quantidade de inseticida que pode ser aplicada a cada animal, de acordo com seu peso.”

Efeitos no organismo

O alto nível de piretróides no sangue humano aumenta a excitação das células nervosas, podendo causar insônia, irritabilidade, dor de cabeça, fotofobia, tremores musculares e redução ou aumento da saliva.

“Por serem as maiores consumidoras de leite, as crianças são as que mais sofrem”, alerta o toxicologista. “Elas ingerem de 1,5 a 2 litros de leite por dia, quantidade muito superior à necessária para causar danos a sua saúde.” Para intoxicar uma criança de 10 kg, bastam 250 ml de leite contaminado. Já para um adulto, com massa corpórea de 60 kg, é necessário ingerir 1,3 litro de leite por dia para que os sintomas comecem a surgir. Mas, como o consumo lácteo não excede os 300 ml diários, é rara a intoxicação nessa faixa etária.

Danielle Nogueira
Ciência Hoje/RJ





ASTRONOMIA

PESQUISADORES BRASILEIROS DATAM ESTRELAS 'VELHAS'

As estrelas do centro da Via Láctea são tão antigas quanto as que compõem o halo Galáctico (parte mais exterior da galáxia). A primeira evidência disso fora obtida com imagens diretas do Telescópio Espacial Hubble, como publicado em *Ciência Hoje* nº 115. Nova evidência para isso pôde ser obtida com a continuação das pesquisas conjuntas entre o Instituto Astronômico e Geofísico da USP e as universidades Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a de Padova (Itália). As pesquisas, desta vez espectroscópicas, foram realizadas em dois dos cerca de 30 aglomerados de estrelas que formam o bojo da nossa galáxia. Estima-se que cada um desses aglomerados possua

um milhão de estrelas. Segundo Beatriz Barbuy, do IAG/USP, uma das evidências de que as estrelas do centro são tão antigas quanto as da periferia da galáxia é a abundância de oxigênio, cálcio, titânio e magnésio que apresentam, em relação ao ferro. “O enriquecimento químico do centro da galáxia deve ter ocorrido por explosões de supernovas de alta massa, que antecederam a formação das estrelas do bojo”, explica a pesquisadora. Esses dados foram obtidos por espectroscopia de alta resolução, utilizando-se os grandes telescópios – com espelhos de 4 m de diâmetro – do Observatório Europeu Austral, no Chile.



Em animais dotados de visão, as células que captam luz possuem rodopsina em suas membranas. A luz é captada pela rodopsina que, juntamente com uma proteína G, transforma o sinal luminoso em sinais intracelulares. Esses sinais desencadeiam a transmissão do estímulo visual

BIOQUÍMICA

UnB ISOLA DUAS NOVAS PROTEÍNAS

Pesquisadores do Laboratório de Bioquímica e Química de Proteínas da Universidade de Brasília (UnB) conseguiram detectar e purificar, pela primeira vez no Brasil, duas proteínas de células vegetais relacionadas ao mecanismo de resposta aos estímulos externos: a rodopsina, que age como receptor de luz, e a proteína G, responsável pela transmissão do sinal luminoso para o interior da célula. Essas proteínas também são encontradas em animais, desempenhando papéis fundamentais em vários fenômenos, como a ação de hormônios, o olfato e o paladar. O próximo passo da pes-

quisa é comparar a estrutura e a função das proteínas descobertas em vegetais com as encontradas nos animais.

Segundo o coordenador da equipe, Carlos André Ricart, ainda se sabe muito pouco sobre a atividade celular dessas proteínas, mas já é possível vislumbrar algumas aplicações futuras. “Se descobrirmos que uma delas está relacionada ao crescimento da planta em direção à luz, por exemplo, poderemos fazer alterações genéticas, de modo que ela cresça mais em ambientes escuros, resultando, talvez, numa maior produtividade agrícola”, diz.

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

PROJETO TAMAR INAUGURA SALA DE EXPOSIÇÕES

A preservação das tartarugas marinhas brasileiras ganha novo alento. O Jardim Zoológico do Rio de Janeiro sedia, a partir deste mês, um centro de exposições do Projeto Tamar, programa financiado pela Petrobras e pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e que vem desenvolvendo, desde 1980, um trabalho de preservação das cinco espécies de tartaruga existentes no Brasil.

O centro, orçado em R\$ 80 mil, abriga um aquário com capacidade de 20 mil litros e um pequeno museu, onde estão expostas maquetes e fotos dos animais, além de mapas com as áreas de atuação do Tamar. Para a bióloga Márcia Mocelim, que trabalha no Zoológico, a iniciativa proporciona a oportunidade de conhecer um pouco do trabalho de preservação das tartarugas àqueles que não tiveram chance de visitar



uma das bases do projeto, espalhadas por oito estados brasileiros. A proposta do centro, entretanto, não se resume apenas à divulgação. Os funcionários do Zoológico pretendem realizar um trabalho de educação ambiental, instruindo os visitantes a levarem as tartarugas encontradas na costa fluminense à instituição, para que recebam o tratamento ideal.

FÍSICA

TÉCNICA INÉDITA PARA ESTUDAR A LUZ

Pesquisadores do Grupo de Óptica Quântica Experimental do Instituto de Ciências Exatas da UFMG conseguiram comprovar empiricamente uma hipótese relativa à estrutura quântica da luz lançada recentemente por pesquisadores norte-americanos. Na teoria, seria possível observar o comportamento de um pacote de luz com muitos fótons como se fosse uma entidade única, uma molécula de fótons.

Pela primeira vez, o comportamento de um pacote de luz pôde ser controlado, permitindo a observação da trajetória de suas partículas isoladamente ou como um todo. Para chegar ao resultado, a equipe venceu a maior dificuldade encontrada até agora pelos especialistas da área: evitar a desagregação dos fótons de um pacote quando este é desviado por algum obstáculo ou orifício.

“Usando uma técnica já conhecida, descobrimos uma propriedade que permite controlar um pacote de luz”, relata o físico Sebastião de Pádua, um dos membros do grupo. Além de contribuir para a compreensão da natureza da luz, essa descoberta pode trazer perspectivas novas ao estudo, por exemplo, da radiação ultravioleta e dos raios X.

O trabalho do grupo da UFMG, pioneiro no Brasil em pesquisas experimentais em óptica quântica, foi publicado na *Physical Review Letters* e na revista eletrônica *Physical Review Focus*, ambas editadas pela Sociedade Americana de Física.

QUÍMICA

METAIS PESADOS EM COMPOSTOS DE LIXO ORGÂNICO

O lixo urbano tem-se revelado excelente matéria-prima na preparação de nutrientes orgânicos para o solo. O processo, denominado compostagem, é ecológico, barato e permite substituir os adubos químicos sem comprometer a produtividade agrícola. Mas, por se originarem de um lixo que reúne grande variedade de material descartável, esses compostos podem conter altos índices de metais pesados e contaminar o solo e as plantas.

O problema foi estudado por Clésia Nascente em sua tese de mestrado, defendida no Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (MG).

Orientada pelo químico Cláudio Pereira Jordão, ela avaliou o impacto dos metais pesados em alfaves adubadas com nutrientes oriundos do lixo coletado no Rio de Janeiro e no município mineiro de Coimbra. Nos experimentos, feitos em casas de vegetação, comparou-se o teor de metais pesados em hortaliças cultivadas com compostos de lixo orgânico e com adubo tradicional.

A concentração de metais pesados foi maior no primeiro grupo. “Mas os limites máximos admitidos pela legislação brasileira não foram ultrapassados”, garante Jordão. Ele defende o controle das hortas adubadas com material orgânico proveniente das usinas de compostagem.

“Elas têm que ser monitoradas para impedir a produção de alimentos com teor de metais pesados maior que o previsto na legislação”, adverte. Zinco, cobre, chumbo e níquel, os metais pesados mais encontrados no lixo urbano, são facilmente absorvidos por plantas como alface, espinafre, cenoura e beterraba.

Feijão, tomate e ervilha, ao contrário, absorvem pequena quantidade desses metais.

MEDICINA

GENE DA ANEMIA FALCIFORME ATINGE 8% DOS NEGROS BRASILEIROS

Célula falciforme

A anemia falciforme, doença genética que atinge cerca de um em cada 400 pessoas da raça negra, foi tema de um encontro realizado recentemente no Hemocentro Regional de Uberlândia (MG). Segundo seu coordenador, Sílvio Arantes, o objetivo foi atualizar dados técnicos e buscar a formação de núcleos de atendimento da doença, em que uma alteração na molécula de hemoglobina leva à destruição dos glóbulos vermelhos do sangue (hemácias), produzindo uma forma grave de anemia. Normalmente discóides, as hemácias adquirem nessa doença a forma de uma foice (daí o nome falciforme). No Brasil, aproximadamente 8% da população negra possuem o gene responsável pela anemia falciforme.

O doente apresenta atraso no crescimento quando comparado a pessoas normais da mesma idade e nítido retardo nos eventos da puberdade. Embora assintomáticos, alguns indivíduos apresentam o que se chama 'traço falcêmico'. Se esses indivíduos se casam com portadores desse mesmo traço, as chances de terem um filho doente são de 25%. "O aconselhamento genético é fundamental nesse caso", alerta o hematologista Paulo Roberto Martins, coordenador do Hemocentro Regional de Uberaba (MG).

O hematologista Paulo César Naoum, da Universidade Estadual Paulista de São José do Rio Preto, estima que a anemia atinja de 10 a 15 mil pessoas no Brasil, com o nascimento médio anual de 2.500 crianças, que morrem antes dos 10 anos. Um levantamento recente da Coordenadoria de Sangue e Hemoderivados do Ministério da Saúde mostra que apenas cinco mil casos de anemia falciforme foram cadastrados no país, quando se esperava ao menos 10 mil. Isso denuncia, segundo Naoum, uma falta de colaboração das instituições que prestam assistência a esses pacientes.

Célula normal

ZOOLOGIA

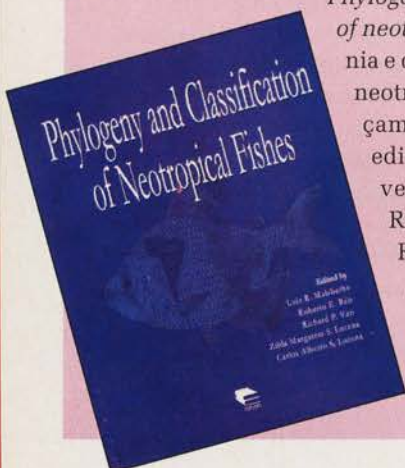
NOVIDADES DE ÁGUA DOCE

Phylogeny and classification of neotropical fishes (Filogenia e classificação de peixes neotropicais) é o novo lançamento da Edipucrs, a editora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Resultado de um simpósio que reuniu, em 1997, 175 cientistas de 23 países na universidade, o

livro propõe novas classificações de peixes de água doce das Américas do Sul e Central e traz informações inéditas sobre as espécies.

Segundo Carlos Alberto Lucena, um dos organizadores da obra, as novas propostas de parentesco entre os chamados peixes neotropicais possibilitam supor a história das bacias hidrográficas do continente. Um fato novo é que o número de espécies de peixes

de água doce das Américas do Sul e Central, antes estimado em 5 mil, subiu para cerca de 8 mil. Desse total, apenas a metade é conhecida. "Isso representa cerca de 25% da diversidade mundial, incluindo a fauna marinha. Para conhecermos tudo será preciso correr contra as alterações ambientais", diz Lucena.



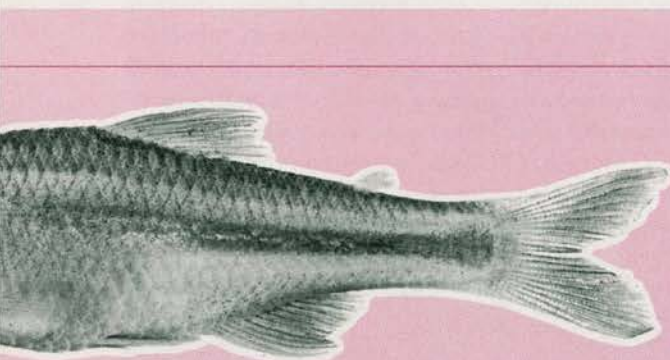
OLHO DE ARANHA PODE AUXILIAR NA VISÃO ROBÓTICA

Pesquisadores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), em São Carlos, desenvolveram um olho mecânico baseado na visão da aranha saltadora. O olho, um protótipo operacional computadorizado, é um sistema formado por uma câmera de vídeo montada sobre engrenagens e ligada a um computador.

A aranha saltadora foi escolhida como modelo por possuir um sistema visual evoluído, capaz de identificar com precisão objetos e suas respectivas posições.

Segundo Luciano da Fontoura Costa, coordenador do grupo de estudos de visão cibernética, o sistema visual da aranha saltadora apresenta ainda uma característica importante para o desenvolvimento de uma visão robótica: a facilidade para reconhecer retas, o que melhora o armazenamento das

informações e facilita a análise dos dados. Para o estudo do sistema visual da aranha saltadora, os pesquisadores da USP utilizam uma abordagem original: monitoram os batimentos cardíacos do animal, expondo-o a estímulos controlados. Dessa forma, evitam a subjetividade das observações diretas e podem quantificar as respostas da aranha saltadora.



***Creagrus beni*, com tamanho pequeno a médio, é encontrado desde o Sul da América Central e quase toda a América do Sul, até o Paraguai**

Incluindo autores, editores e consultores, *Phylogeny and classification of neotropical fishes* contou com a colaboração de mais de 100 profissionais especializados.

MÉTODO MAIS EFICAZ PARA TESTAR XAMPU

Os animais não precisam mais sofrer com os testes de irritabilidade para xampus. O Laboratório de Controle de Qualidade de Medicamentos e Cosméticos da Universidade de São Paulo está propondo uma alternativa, que dispensa o sacrifício dos animais e substitui o método tradicional por testes em culturas de células. "Os testes em coelhos são, em muitos casos, cruéis", ressalta Janice Campos de Azevedo, que desenvolveu o método durante seu curso de pós-graduação na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP, sob orientação da professora Terezinha Pinto.

As instituições responsáveis pelo controle de qualidade de xampus adotam o método proposto em 1944, em que amostras do produto a ser testado são aplicadas nos olhos de coelhos para verificar as possíveis reações no animal. Segundo Azevedo, o novo procedimento é mais eficiente que o tradicional. "O alto grau de sensibilidade da célula permite a análise de uma série de reações que muitas vezes não são visíveis nos animais", afirma. Ela diz ainda que, enquanto o teste em coelhos exige a avaliação de três pessoas e leva em média sete dias, o método *in vitro* pode ser aplicado por um único pesquisador em apenas dois dias.

Além de propor o novo procedimento, o laboratório da USP sugere alterar a legislação, ampliando os testes, atualmente exclusivos para os xampus de uso infantil, para os produtos para adultos.

**Tomaz Langenbach***Instituto de Microbiologia Professor Paulo de Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Nova lógica no controle de agrotóxicos

A modernização do setor rural brasileiro, rumo a uma agricultura sustentável que garanta a produção de alimentos sem agredir o ambiente, depende da adoção de novas técnicas e novas atitudes. Um dos desafios é a redução dos prejuízos decorrentes dos problemas causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos. A transferência de parte desse custo para outros setores e a ineficiência dos controles públicos sobre os pesticidas são obstáculos que precisam ser superados para que o sistema agrícola se torne ecologicamente viável.

Existe hoje relativo consenso sobre a necessidade de um desenvolvimento sustentável. Isso significa produzir sem destruir o meio ambiente, garantindo que a produção agrícola se repita regularmente sem maiores prejuízos. Nos últimos anos, a agricultura brasileira mostrou grandes avanços, com a introdução progressiva do controle biológico de pragas e do plantio direto. À primeira vista tudo parece bem encaminhado, mas a constatação de que as despesas com agrotóxicos dobraram entre 1993 e 1997 é motivo para sérias preocupações.

Pretendemos aqui apontar como muitos prejuízos decorrentes da contaminação ambiental são transferidos para outros setores e discutir a eficácia do sistema de controle nessa área. A primeira consideração é a de que o aumento do consumo de agrotóxi-

cos é notável principalmente no caso dos herbicidas, necessários a uma agricultura mecanizada e de alta produtividade e destinados a evitar infestações para as quais não existe controle biológico. O próprio plantio direto (sem aração do solo e mantendo os restos do plantio anterior), embora seja vantajoso em termos ambientais, garantindo a alta fertilidade do solo, torna mais intenso o uso de herbicidas.

Grande número de estudos científicos vêm apontando uma série de problemas causados pelos agrotóxicos. Tais produtos deveriam controlar apenas as pragas que ameaçam a agricultura, mas na verdade afetam muitas outras formas de vida. Podem, por exemplo, reduzir a população de certas espécies da flora e da fauna, às vezes ameaçando-as de extinção. Tais alterações do equilíbrio ecológico levam, em certos

casos, ao aumento da população de espécies nocivas e à redução da de outras, muitas vezes predadoras das pragas que se quer combater, o que produz efeito oposto ao que se busca, agravando a infestação.

As estatísticas têm mostrado que, apesar do emprego maciço dos agrotóxicos, a ocorrência de pragas em todo o mundo aumentou de modo significativo. Com isso, os prejuízos recaem sobre os produtores, por conta do aumento dos custos agrícolas, e sobre os ecossistemas, em função da degradação ambiental generalizada.

É evidente, no entanto, que os prejuízos causados por agrotóxicos não atingem apenas a agricultura, mas são bem mais abrangentes, transferindo-se para outras áreas, como saúde e ambiente. A aplicação dos pesticidas, sobretudo quando feita de modo

manual, por pequenos produtores, expõe o trabalhador rural à contaminação, em altas doses. Isso é confirmado pelo grande número de intoxicações agudas e danos crônicos à saúde registrados no Brasil. Os custos desses prejuízos físicos ficam por conta do próprio agricultor ou são repassados ao sistema de saúde pública.

Outra fonte de contaminação, que atinge praticamente toda a população, são os resíduos de agrotóxicos nos alimentos. Muitas vezes, porém, o sistema de saúde não identifica a origem das doenças provocadas por esse tipo de contaminação, o que dificulta a avaliação desses prejuízos. Suspeita-se, por exemplo, que a observada redução da fertilidade masculina decorra da ingestão diária de um coquetel de diferentes agrotóxicos, mesmo em baixas concentrações. Há poucas pesquisas sobre a lenta acumulação no organismo de baixas concentrações, ou sobre as implicações das misturas de agrotóxicos. Mas sabe-se que, às vezes, pequenas concentrações têm efeitos inversos aos de altas concentrações. Portanto, no que se refere à saúde, estamos participando de uma aventura.

Os pesticidas deslocam-se no ambiente, transportados por ventos e pela chuva, gerando uma das mais temidas formas de poluição: a das águas. As chuvas podem espalhar os agrotóxicos no solo, levá-los para os lençóis d'água ou ainda carregá-los na superfície por escoamento ou erosão, contaminando águas superficiais, como rios e lagos.

Nos ambientes aquáticos, a absorção das substâncias tóxicas por algas leva, através da cadeia alimentar, ao aumento das concentrações nos organismos a cada degrau dessa cadeia (biomagnificação). Nos peixes, portanto, a contaminação é elevada,

e os prejuízos são a redução do pescado (quando ocorre mortandade), a degradação ambiental de rios e lagos e possíveis efeitos negativos na saúde da população ribeirinha. No caso das águas subterrâneas, a contaminação compromete seu uso, o que se torna mais grave se considerarmos que tais águas tendem a ser mais usadas para consumo humano, em

menos tóxicos a outras formas de vida. Isso é obtido através de uma legislação de registro que permite ou restringe a comercialização de certo pesticida em cada país, forçando a criação, pelos fabricantes, de produtos de tecnologia mais avançada.

Influenciado pelos resultados dessa forma de controle em outros países, o movimento am-



É importante que as indústrias sejam responsabilizadas pela solução dos prejuízos causados pelos agrotóxicos

função do esgotamento de mananciais de boa qualidade em águas de superfície (rios e lagos).

Além de prejuízos diretos, a degradação generalizada do ambiente traz outras desvantagens, como a perda de investimentos: um dos argumentos que mais pesou contra a escolha do Rio de Janeiro como sede das Olimpíadas de 2004 foi a poluição da baía da Guanabara. Hoje, regiões com ambientes preservados obtêm vantagens em relação às muito degradadas e portanto com má qualidade de vida.

O desafio é controlar as pragas sem contaminar o ambiente. Para isso, é grande o elenco de possibilidades, algumas delas discutidas a seguir.

O principal mecanismo de redução dos problemas causados pelos agrotóxicos tem sido a substituição dos produtos mais nocivos por outros mais 'suaves': facilmente biodegradáveis, mais específicos, que exigem concentrações mais baixas e que sejam

biental brasileiro conseguiu a adoção de uma legislação semelhante. No entanto, o mecanismo mostrou pouca eficácia no país. A política oficial de redução do Estado em benefício da iniciativa privada limitou muito a capacidade operacional pública. Se, por exemplo, não há controle sistemático da qualidade dos lençóis d'água ou das águas superficiais, como restringir produtos poluidores desses ambientes? A eficiência desse sistema depende de ampla base de informação. O problema é agravado por uma política pública que se mostra submissa aos interesses da grande indústria e que evita interferir no processo produtivo.

Outro processo de controle, compatível com a capacitação técnico-científica atual do país, seria a exclusão gradual do mercado de produtos que apresentassem maiores taxas de intoxicação, persistência, lixiviação (transporte para o lençol d'água) e volatilização. Tal atitude faria a ▶

própria indústria do setor se empenhar pela aplicação adequada dos produtos, evitando as intoxicações, e acelerar a troca de produtos mais nocivos por outros mais suaves. Isso caracteriza a modernização.

É necessário garantir, no caso dos agrotóxicos, a gradual superação dos problemas atuais, quebrando a inércia decorrente da lógica empresarial, movida por interesses estritamente comerciais. Essa política poderia ser introduzida nos estados, já que estes podem legislar de forma complementar.

De qualquer forma, é importante que todos os prejuízos decorrentes do uso de agrotóxicos sejam incluídos nos custos de produção, e que as indústrias sejam diretamente responsabilizadas pela solução do problema. Isso significa, por exemplo, que

se um produto poluir o lençol d'água caberá ao fabricante custear a despoluição e os tratamentos médicos eventualmente necessários. Com isso, produtos que causem problemas – e exijam gastos com saneamento e saúde – deixarão de ser interessantes para a empresa, enquanto os menos poluentes ficarão com o tempo mais baratos. O que não pode continuar ocorrendo é a transferência dos prejuízos para outras áreas e, portanto, a socialização dos custos.

A sustentabilidade da agricultura deve ser obtida pela introdução das chamadas tecnologias suaves, como o controle biológico. Seria interessante, ainda, instituir um registro de qualidade, como o selo verde, que estimulasse o produtor a tornar seu processo produtivo sustentável, o que aumentaria seu valor comercial. Exigir cursos para aplicado-

res de agrotóxicos e controlar melhor os receituários agrônômicos talvez pudesse melhorar também a utilização dos pesticidas.

A comunidade científica, além de pesquisar e procurar soluções para minimizar os efeitos dos agrotóxicos, deve esclarecer a população, o que aumentaria a pressão por uma postura mais adequada e dinâmica dos órgãos públicos fiscalizadores. O que não serve aos interesses da sociedade é a situação estática atual, com os controles oficiais ineficientes. Tal situação permite que a questão dos agrotóxicos seja decidida apenas pelos interesses econômicos da indústria e dos produtores rurais. Só a introdução de uma lógica que garanta um processo de modernização possibilitará alcançar, de forma gradativa, a almejada sustentabilidade agrícola. ■



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; **Bahia** (Caio Mário Castro de Castilho). Rua Cristiano Ottoni, 26/801. CEP 40210-155, Salvador/BA. Tel.: (071) 247-2033. caio@ufba.br; **Ceará** (Tarcísio Haroldo Pequeno). Bloco 910 - Campus do PICI, Depto. de Computação. CEP 60455-760, Fortaleza/CE. Tel.: (085) 219-3190 e (085) 983-4419; **Distrito Federal** (Danilo Nolasco Cortes Marinho). UnB, Colina, Bloco I/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** (Adauto 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. adauto@ensp.fiocruz.br; **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Souza Moreira). CP 1511. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel.: (084) 215.3409. lmoreira@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.mor@epm.br; subárea 2 (Dêrtia 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. cdrbrito@unisantos.com.br

ZOOLOGIA Exame de marcas naturais permite identificar cada animal e auxilia pesquisas com cetáceos

Quando os botos ganham uma identidade

Para estudar os cetáceos – botos, golfinhos e baleias – é preciso muitas vezes identificar cada indivíduo. Isso era feito com bandeirolas ou ‘tatuagens’, que exigiam a captura do animal, mas nos últimos anos os cientistas passaram a diferenciar cada um por marcas naturais, como cicatrizes e manchas. A nova técnica facilita as pesquisas, que podem ajudar na preservação desses mamíferos e de outras espécies marinhas.

Por **Jose Luis A. Pizzorno**, do Laboratório de Bioacústica de Cetáceos

da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), **Salvatore**

Siciliano, do Departamento de Vertebrados do Museu Nacional,

da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e **Sheila M. Simão**, da UFRRJ

e da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.



Figura 1. O boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*), espécie estudada nas baías da Guanabara e de Sepetiba, tem o corpo robusto e mede cerca de 1,7 m

Os botos, golfinhos e baleias, mamíferos da ordem Cetacea, evoluíram a partir de animais terrestres que, há 50 milhões de anos, retornaram a ambientes aquáticos, adquirindo as adaptações anatômicas e fisiológicas que possibilitam sua sobrevivência nesse novo meio. A história evolutiva dos cetáceos, suas características especiais e seu comportamento social atraem há décadas o interesse dos cientistas (figura 1).

Desde que foram iniciados, no entanto, os estudos sobre a ecologia de golfinhos e baleias apresentavam uma séria dificuldade: como identificar cada indivíduo de uma população? Essa identificação individual é necessária porque permite avaliar vários aspectos importantes para a compreensão do comportamento dos animais e de sua interação com o ambiente. Quando se consegue identificar cada animal de um grupo, é possível estudar as relações de parentesco, a idade em que o filhote ganha independência da mãe, a presença de segregação por idade ou sexo, a existência de hierarquia e outros aspectos.

O acompanhamento de uma população é comumente chamado de marcação e recaptura: os indivíduos são capturados e marcados em uma ocasião e recapturados em futuras coletas. Um exemplo desse tipo de estudo é a estimativa do tamanho populacional, na qual os animais são capturados e marcados e a análise da variação da taxa de recaptura permite avaliar o tamanho da população.

Entretanto, identificar animais que passam a maior parte do tempo submersos, vindo à superfície para respirar e logo voltando a mergulhar, não é uma tarefa simples. Além disso, sejam baleias ou golfinhos, os cetáceos são animais sociais (figura 2), que andam em grupos formados às vezes por até milhares de animais, como no caso do golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*). Para facilitar a identificação, os primeiros pesquisadores criaram artefatos que pudessem ser presos ao corpo dos animais, como bandeirolas numeradas e coloridas, presas à nadadeira dorsal por perfuração, e códigos ‘tatuados’ com nitrogênio líquido no dorso dos animais.

Com o desenvolvimento dos estudos, os pesquisa-



Figura 2. Os cetáceos, como o boto-cinza encontrado nas baías costeiras do litoral brasileiro, são animais sociais, que vivem sempre em grupo

dores perceberam que alguns animais eram apelidados, pelos pescadores de certas localidades, de acordo com características individuais: manchas na pele, cicatrizes e outras. Do mesmo modo que outros animais, terrestres ou aquáticos, os cetáceos acumulam ao longo da vida vários ferimentos, que deixam mutilações, manchas e cicatrizes permanentes ao longo do corpo e nas nadadeiras (figura 3). Além disso, a pigmentação característica de cada espécie apresenta variações facilmente constatadas em alguns casos.

As cicatrizes, mutilações e marcas em geral decorrem de atividades diárias. São exemplos os arranhões causados pelo esfolamento do corpo contra os sedimentos do fundo do mar e contra rochas, durante perseguições a presas ou fugas, e também as mordidas recebidas durante brigas com indivíduos da mesma espécie ou com outros animais marinhos. Várias marcas, porém, podem estar ligadas a atividades humanas, como as provocadas por colisão com embarcações ou lixo flutuante, pelo emaranhamento em cordas, linhas de pesca (figura 4) e redes, por tiros e arpões e até por doenças de pele induzidas pela poluição.

Figura 3. As marcas e cicatrizes existentes no corpo do animal e na nadadeira dorsal permitem a identificação individual de cada boto



Essas cicatrizes, mutilações e manchas passaram a ser chamadas de 'marcas naturais', e estudos comprovaram que elas poderiam substituir a marcação artificial e permitir a diferenciação de indivíduos da mesma espécie. Isso revolucionou o estudo da ecologia dos cetáceos, porque tornou dispensável a captura de golfinhos – o que envolvia muitos problemas e custos, além do estresse dos animais – para a fixação de marcas artificiais. Para fazer a identificação por marcas naturais, os pesquisadores passaram a fotografar os cetáceos. A nova técnica, porém, exige a obtenção de foto-

grafias de boa qualidade, para que os indivíduos sejam corretamente identificados (figura 5).

Com o desenvolvimento da técnica, observou-se que certas áreas do corpo, em algumas espécies, são mais favoráveis para a diferenciação individual, mas na maioria dos cetáceos as variações do colorido da pele e a forma da nadadeira dorsal são os principais aspectos usados. Casos mais específicos são, por exemplo, o lado inferior (superfície ventral) da nadadeira caudal na baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), a forma da mancha no dorso da baleia-orca (*Orcinus orca*) e a disposição das calosidades na cabeça da baleia-franca (*Eubalaena australis*).

Hoje, já são elaborados, ao redor do mundo, catálogos para reconhecimento de cetáceos. Cada indivíduo registrado recebe um número de identificação e, em alguns casos, um nome, ou seja, uma identidade. Os catálogos permitem acompanhar os cetáceos de uma região e obter dados como tamanho da população, uso do hábitat, migrações e origem das marcas naturais.

No Brasil, estudos de fotoidentificação são realizados com diversas espécies: a baleia-jubarte na região de Abrolhos, a baleia-orca e a baleia-franca nos estados do Sul. Também são estudados o golfinho-rotador (*Stenella longirostris*) nas proximidades da ilha de Fernando de Noronha, o golfinho-flíper (*Tursiops truncatus*) no estuário da lagoa dos Patos e em Tramandaí, no Rio Grande do Sul, e o boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na área costeira de Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro.

No Rio de Janeiro, os estudos de fotoidentificação do boto-cinza são realizados nas baías da



Guanabara e de Sepetiba, que a espécie frequenta regularmente para buscar alimento, descansar ou criar os filhotes. Até julho do ano passado, 57 botos foram identificados na baía da Guanabara e 65 na de Sepetiba.

Na baía da Guanabara, o trabalho – iniciado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, com o apoio da Cetacean Society International (CSI) – é feito desde 1995 e 44 botos (78% dos 57 identificados) foram vistos mais de uma vez, indicando uma população de tamanho reduzido. Os animais podem ser avistados perto das ilhas de Paquetá e do Governador, formando grupos de dois a cinco indivíduos.

O trabalho em Sepetiba, realizado por pesquisadores e alunos da Universidade Rural (UFRRJ), começou em janeiro do ano passado, com patrocínio da Fundação O Boticário e apoio da CSI. Até julho, oito botos (12% dos 65 identificados) foram vistos duas ou mais vezes, indicando uma população maior e a necessidade de um trabalho de longo prazo. Estudos anteriores revelaram a presença de grupos com até 200 botos, avistados no canal de navegação da baía.

Embora a distância entre as baías (cerca de 90 km) seja considerada pequena para os cetáceos, ainda não foram constatados movimentos dos botos



de uma para a outra. Esses movimentos já foram observados em outros cetáceos costeiros – para o golfinho-flíper, há registro de distâncias de até 314 km no sul do Brasil.

Nas duas baías, as principais ameaças aos botos são a interação com atividades pesqueiras, o trânsito de embarcações e a poluição. A da Guanabara apresenta maior grau de degradação ambiental, mas em Sepetiba já ocorre um rápido crescimento de atividades potencialmente poluidoras. Estudos de impacto ambiental demonstraram que o aumento populacional sem planejamento nas regiões litorâneas pode, por seus efeitos, ser apontado como responsável pela degradação dos ecossistemas costeiros, colocando em risco todas as espécies animais que deles dependam ou aumentando a suscetibilidade dessas espécies a doenças (figura 6).

A identificação individual dos cetáceos ganha, assim, maior relevância. Além de estudos biológicos que ampliam o conhecimento científico sobre esses mamíferos, o uso dessa técnica permite obter informações essenciais para a construção de políticas voltadas para a conservação da fauna marinha e do seu habitat – meta importante para países, como o Brasil, com grande extensão de litoral. ■

Figura 4. Em muitos casos os ferimentos dos botos decorrem de atividades humanas – na imagem (à esquerda), o corte na nadadeira é causado por um fio de nylon

Figura 5. À direita, a identificação de cada boto por suas marcas naturais, através de fotografias, permite uma melhor avaliação dos padrões de comportamento



Figura 6. A poluição é uma das ameaças ao boto-cinza, observado às vezes 'surfando' em ondas geradas pelo vento ou por embarcações

ECOLOGIA Forma mais tóxica do metal é produzida por microrganismos nas raízes de plantas aquáticas

Aguapé agrava contaminação por mercúrio

Até recentemente, acreditava-se que a produção do metilmercúrio – forma mais tóxica do mercúrio, que provoca sérios problemas de saúde – acontecia principalmente no sedimento do fundo de rios e lagos. Agora, estudos revelam que o processo é mais intenso em outro microambiente, formado por raízes de plantas aquáticas flutuantes e detritos, comum em ambientes aquáticos brasileiros.

Por **Jane B. Narvaez Mauro** e **Jean Remy D. Guimarães**, do Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna-Franca, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e **Ricardo Melamed**, do Centro de Tecnologia Mineral do CNPq.



FOTOS DE JANE B. N. MAURO

O aguapé (*Eichhornia crassipes*), macrófita muito comum em rios e lagos brasileiros, favorece a metilação do mercúrio

O mercúrio (Hg), um dos metais pesados mais tóxicos, ainda é lançado em grandes quantidades na natureza por atividades humanas. O emprego do metal em vários processos industriais acarreta perdas significativas para o ambiente. No Brasil, porém, o garimpo de ouro ainda é a maior fonte de emissão, embora a atividade tenha se reduzido muito na última década. No garimpo, o Hg é usado para separar o ouro, por amalgamação, de impurezas dos solos e sedimentos.

As conseqüências da contaminação ambiental e humana em Minamata, em 1956 (ver 'Minamata livre

de mercúrio', em CH nº 133), chamaram a atenção dos cientistas para o metal. Naquela baía japonesa, o metilmercúrio (MeHg), forma mais tóxica do metal, foi liberado no efluente líquido de uma indústria de cloreto de vinila e ácido acético e acumulou-se nos peixes, consumidos pela população local. Das 6 mil pessoas contaminadas, quase 900 morreram e mais de 2 mil adquiriram graves deficiências. Também lançado pela indústria, o Hg inorgânico era convertido em MeHg naturalmente, aumentando a concentração do composto.

A mais importante via de entrada de MeHg no cor-

po humano é a ingestão de alimentos contaminados, em especial peixes, nos quais o composto se acumula ao longo da cadeia alimentar. Muito solúvel em gorduras, o composto atravessa com facilidade as membranas celulares, danificando principalmente o sistema nervoso central. Seus efeitos tóxicos são variados e irreversíveis: inibe sínteses protéicas, altera a atividade enzimática e age como potente neurotoxina.

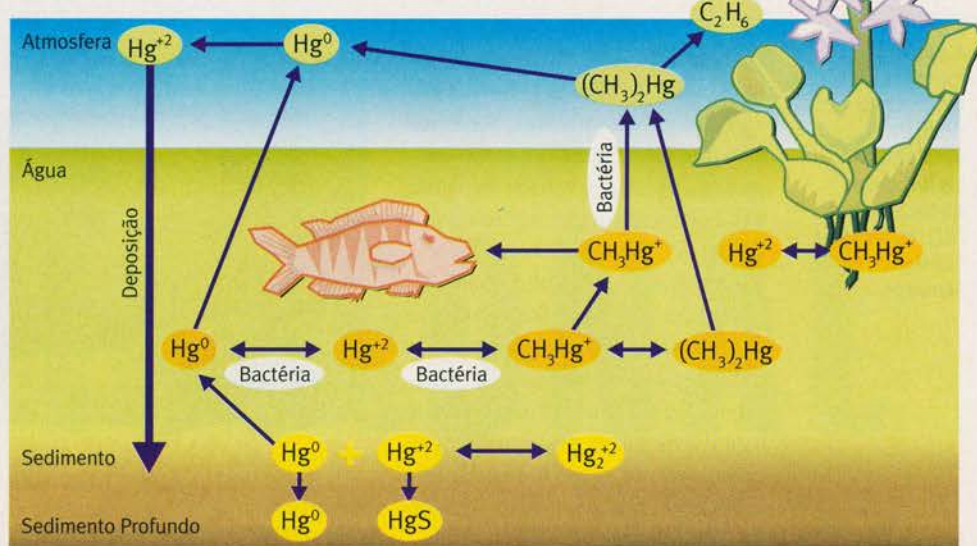
Por esses motivos, o ciclo biogeoquímico do Hg tem atraído o interesse dos pesquisadores. Esse ciclo é o percurso que um elemento descreve, na natureza, entre compartimentos bióticos (vivos) e abióticos (não-vivos). Em geral, tais ciclos exibem um equilíbrio dinâmico, mas ações humanas podem introduzir elementos ou compostos mais rápido e em nível maior que os processos naturais, alterando os padrões dos ciclos e as condições às quais a flora e a fauna estão adaptadas. O estudo dos ciclos ajuda a prever os efeitos de emissões artificiais e a elaborar medidas de prevenção ou recuperação dos ecossistemas.

Certos metais pesados, como ferro, cobre e zinco, são nutrientes essenciais. Outros, como arsênico, cádmio, chumbo e mercúrio, não têm função conhecida no metabolismo animal ou vegetal, prejudicando os organismos quando ocorrem em teores acima dos normais. O mercúrio sofre muitas transformações químicas na natureza, em particular no meio aquático. A mais relevante une o Hg inorgânico (íons Hg^{+2}) a radicais metil (CH_3), formando o composto organometálico CH_3Hg^+ (ou MeHg), forma mais tóxica desse metal.

Os caminhos do mercúrio

O ciclo biogeoquímico local do Hg depende da ação de microrganismos que alteram sua forma química, através de reações como a oxirredução, a metilação e a demetilação (figura 1). Nas camadas mais fundas do sedimento, o metal ocorre como sulfeto mercúrico (HgS) ou Hg metálico (Hg^0), ambos indisponíveis para os seres vivos. Já na interface sedimento-água, pode assumir formas muito voláteis, de fácil dispersão: o vapor de Hg^0 e o dimetil-Hg, ou $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$. Na atmosfera, o mercúrio eventualmente é reoxidado e depositado em solos ou corpos d'água.

Já a formação do metilmercúrio aumenta a dispersão do Hg no ambiente aquático. Tendo menor afinidade com as superfícies minerais do sedimento que o íon Hg^{+2} , o MeHg é liberado para a coluna d'água e entra na cadeia alimentar. Nos organismos, liga-se às



proteínas, graças à afinidade com os radicais sulfidríla (SH) dessas moléculas, e passa a ser acumulado, atingindo altos níveis nos tecidos dos peixes predadores, situados no topo da cadeia alimentar. Até peixes predadores oceânicos, como atum, tubarão ou marlin, mesmo vivendo longe de áreas contaminadas, exibem níveis relativamente elevados de MeHg.

A metilação de Hg pode ser química, sem a interferência de seres vivos. Isso ocorre de diferentes modos, como os intermediados por ácidos húmicos e fúlvicos ou pela metilcobalamina ($\text{CH}_3\text{CoB}_{12}$), macromolécula similar à vitamina B12, que podem doar um radical metil ao Hg. Mas a metilação biológica parece predominar. Os organismos mais ativos nessa função são as bactérias sulfato-redutoras, mas outros (bactérias aeróbicas, fungos, microalgas) podem intermediar a reação.

O potencial de metilação do mercúrio em sistemas aquáticos depende do tipo de comunidade bacteriana presente e da disponibilidade de Hg inorgânico. Esses fatores, por sua vez, estão ligados a aspectos físicos e químicos do ambiente, como temperatura, potencial de oxirredução, pH, condutividade elétrica e outros. Interações entre esses fatores podem aumentar ou reduzir a taxa de metilação.

O papel das macrófitas aquáticas

A metilação do mercúrio é mais estudada em ambientes de clima temperado, em função dos altos níveis de MeHg em peixes de lagos acidificados (comuns na Escandinávia e América do Norte), com ênfase no sedimento, na coluna d'água e nos solos. Já em áreas tropicais o foco dos estudos tem sido a camada superficial do sedimento de fundo, onde a concentração de matéria orgânica e a maior atividade bacteriana favorecem a metilação.

Agora, porém, outro microambiente atrai interesse: as raízes de macrófitas aquáticas flutuantes, co-

Figura 1. O estudo do ciclo biogeoquímico do mercúrio (Hg) em ambientes tropicais pode ajudar a reduzir a contaminação por esse metal pesado

Figura 2.
A Lagoinha, que serviu de modelo de estudo, está situada na baixada de Jacarepaguá (RJ), no Parque Ecológico Chico Mendes

muns em ambientes tropicais. Várias evidências indicam a ampla metilação do Hg em sistemas invadidos por tais plantas. Suas raízes, que retêm partículas em suspensão na água e outros detritos, são colonizadas por microalgas e bactérias. Nesse microambiente, a intensa atividade microbiana e a produção de compostos húmicos e fúlvicos (que podem fornecer radicais metil) favorecem a metilação. Como muitos organismos aquáticos passam parte da vida nessas raízes, a bioacumulação do composto, mais disponível nesse ambiente que no sedimento de fundo, é facilitada.

A metilação junto às raízes das plantas aquáticas é uma das peculiaridades do ciclo do Hg em ambientes tropicais. Nos solos da Amazônia, em outra diferença em relação ao observado em regiões temperadas e frias, o mercúrio tem forte associação com a fração mineral do solo, em especial com óxidos de ferro e alumínio, enquanto o carbono da matéria orgânica, rapidamente reciclado, parece influenciar pouco o transporte vertical e horizontal do Hg.

Os riscos toxicológicos da presença de mercúrio no ambiente são relevantes no Brasil, em muitas áreas, porque existem as fontes humanas, além das naturais. No entanto, ainda é pouco conhecido o ciclo do metal em águas, solos e atmosfera tropicais. Como os resíduos do garimpo são lançados em áreas densamente colonizadas por macrófitas aquáticas, o estudo do potencial de metilação do Hg nesse microambiente torna-se mais importante.

Testes de metilação em aguapés

A influência de parâmetros físicos e químicos na formação do metilmercúrio em macrófitas aquáticas de áreas tropicais foi avaliada, em uma série de ensaios,



pelo Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna-Franca, junto com o Centro de Tecnologia Mineral. Os testes foram realizados com raízes de aguapé (*Eichhornia crassipes*), espécie dominante em vários rios e lagos brasileiros e muito usada para purificar efluentes domésticos e industriais.

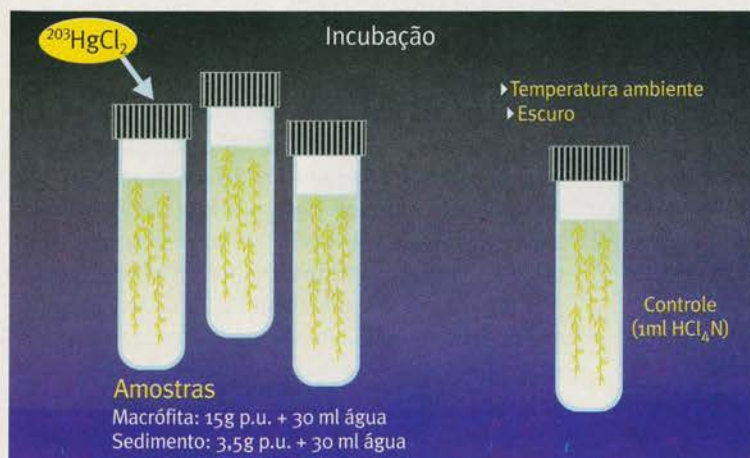
As plantas foram obtidas na Lagoinha, no Parque Ecológico Chico Mendes (figura 2), do município do Rio de Janeiro. Essa lagoa faz parte do complexo de Jacarepaguá, integrado ainda pelas lagoas de Jacarepaguá, Tijuca e Marapendi. Embora sem emissões artificiais de Hg, a Lagoinha mostra algumas características semelhantes às dos ambientes aquáticos poluídos pelos garimpos na Amazônia. Por isso, e pela facilidade de acesso, foi selecionada como modelo de estudo do processo de metilação de Hg em macrófitas aquáticas.

Os testes usaram uma técnica radioquímica que mede o MeHg produzido a partir da adição de $^{203}\text{HgCl}_2$ a amostras ambientais (figura 3). O uso desse isótopo ($^{203}\text{Hg}^{+2}$) permite acompanhar as transformações bioquímicas do mercúrio. Após a incubação (três dias), a fração de $^{203}\text{Hg}^{+2}$ transformada em Me^{203}Hg foi extraída por processos químicos e quantificada por radiometria (cintilação líquida). Mediu-se, então, o percentual de Me^{203}Hg formado

em três tipos de amostras: com raízes de *E. crassipes* e água, com sedimento de fundo e água e só com água da lagoa. Nos três casos, foram usadas amostras-controle com os mesmos componentes, mas acidificadas para evitar o crescimento de microrganismos.

A formação de MeHg foi muito superior em amostras com raízes de aguapé (de 15% a 27%) do que naquelas com sedimento (baixo ou indetectável) – outros estudos de metilação no sedimento, no Brasil e em países de clima temperado, obtiveram taxas de no

Figura 3.
Os testes de metilação usaram amostras contendo raízes de aguapé (15 g) e água, contendo sedimento (3,5 g) e água, e contendo apenas água. Todas as amostras tinham 30 ml de água e foram incubadas no escuro, à temperatura ambiente (25°)



máximo 5%. A metilação também foi desprezível na amostra de água da Lagoinha.

A temperatura é importante na metilação, pois afeta a atividade microbiana: os ensaios mostraram que a formação de MeHg é mais rápida em torno dos 35°C e decresce se a temperatura é menor ou maior (figura 4). A maioria dos estudos sobre metilação de Hg em áreas de clima temperado constatou que o processo (no sedimento) é mais intenso no verão, com uma temperatura ótima em torno dos 35°C, sendo inibido por baixas temperaturas.

Em relação ao pH (potencial de formação de íons hidrogênio), a síntese de MeHg (em raízes de *E. crassipes*) cresce até pH 6 e 7, mas diminui em pH 8. O pH indica acidez ou alcalinidade de um ambiente e influencia a maioria dos processos químicos e biológicos, inclusive a metilação do Hg. Isso foi confirmado em lagos acidificados por chuvas ácidas no Canadá, Estados Unidos e Escandinávia. Em geral, o MeHg é gerado sob condições ácidas ou neutras, mas sob condições alcalinas há formação do dimetil-Hg.

A influência do pH na formação de metilmercúrio tem sido muito estudada, mas não existe consenso sobre como isso ocorre. Há várias hipóteses sobre os efeitos da acidificação: a metilação seria estimulada pela alteração da atividade microbiana, pelo aumento da disponibilidade do Hg e/ou pela maior difusão do MeHg do sedimento para a água. Modificações nas cadeias alimentares, como queda na taxa de crescimento (com redução da biomassa dos peixes), também podem aumentar a bioacumulação do metilmercúrio.

Outros testes revelaram que a metilação, em raízes de aguapé, cai à medida que a condutividade elétrica aumenta. As diferentes condições de condutividade foram obtidas com concentrações crescentes de cloreto de potássio (KCl), perclorato de potássio (KClO₄) e cloreto de cálcio (CaCl₂). Rios amazônicos de 'águas claras' (como o Madeira), que têm pH e concentrações de sais (e portanto condutividade) maiores, têm níveis de MeHg nos peixes menores que os rios de 'águas pretas' (como o Negro), com níveis de pH e condutividade mais baixos.

A metilação nas raízes de *E. crassipes* é basicamente biológica, pois não foi detectada em amostras esterilizadas. Os principais responsáveis, confirmando a literatura científica, parecem ser os microrganismos sulfato-redutores: a metilação aumentou em testes com sulfato de sódio (que estimula a sulfato-redução) e caiu quando foi usado molibdato de sódio (que

inibe o processo). Os ensaios revelaram ainda que 19% do MeHg formado é liberado de imediato, tornando-se disponível para organismos que vivem nas imediações das macrófitas. Testes semelhantes, com sedimentos, mostraram que o MeHg formado não foi liberado para a água.

Foram obtidos percentuais de metilação diferentes em amostras incubadas na própria lagoa (no local de coleta das plantas) e no laboratório, independente do tempo de coleta. Ensaios com amostras mantidas à temperatura ambiente (25°C) também produziram resultados distintos dos obtidos com amostras mantidas em câmara fria (5°C). Isso significa que ensaios ambientais de metilação do Hg devem ser realizados de preferência no local estudado, para evitar alterações nas condições físicas, químicas e biológicas das amostras.

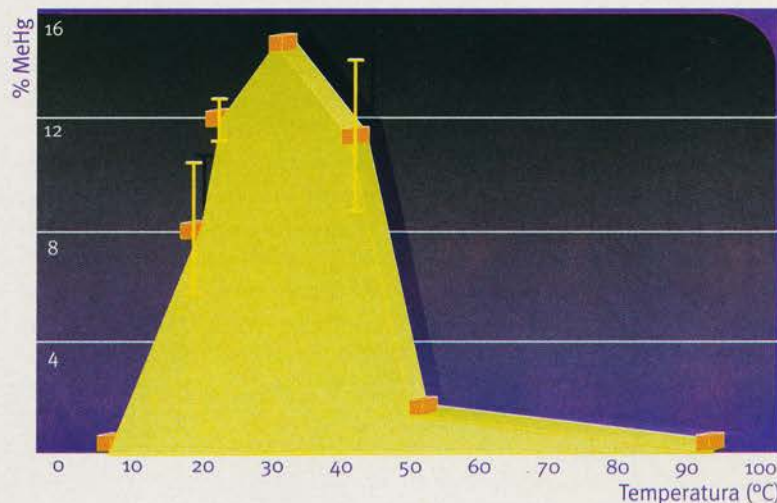


Figura 4. Metilação de mercúrio em raiz de aguapé em diferentes temperaturas – o percentual indica quanto do Hg adicionado à amostra foi transformado em MeHg e as barras verticais mostram a variação nas amostras

Contaminação exige mais estudos

Os resultados dos ensaios mostram ainda que o uso do aguapé para tratar rejeitos domésticos e industriais pode, no caso do mercúrio, reduzir a carga total do metal, pela retenção de material particulado nas raízes e bioacumulação nos tecidos da planta, mas aumenta a toxicidade do Hg residual por causa da maior proporção de MeHg.

O estudo do ciclo do mercúrio em sistemas aquáticos tropicais, ainda pouco conhecido, exige trabalhos multidisciplinares com técnicas e abordagens variadas. É preciso medir as concentrações naturais de Hg e MeHg, determinar os fluxos entre os variados compartimentos e compreender o processo de metilação desse metal. Nesse contexto, a técnica radioquímica permite avaliar como a metilação se comporta em diferentes condições e ajuda a esclarecer a dinâmica do processo. Isso ocorreu nos ensaios com raízes de aguapé: os altos percentuais de metilação obtidos evidenciaram a importância dessa planta, comum em sistemas aquáticos tropicais, nos estudos sobre a contaminação por metilmercúrio. ■



Em defesa do ensino e da pesquisa

Ciência e liberdade - Escritos sobre ciência e educação no Brasil

José Leite Lopes

Rio de Janeiro, Editora da UFRJ e CBPF/MCT, 284p, R\$ 25.

Ciência e liberdade – escritos sobre ciência e educação no Brasil é principalmente uma coletânea de trabalhos de José Leite Lopes, que reúne 20 artigos de sua autoria (escritos ao longo de 50 anos), uma entrevista concedida em 1982 ao físico Ennio Candotti e um texto do físico Cesar Lattes publicado anos atrás em um volume comemorativo pelos seus 70 anos.

Ciência e liberdade tem dois objetivos. O primeiro deles é homenagear o seu autor, que no ano passado completou 80 anos. Esse

objetivo é mais do que justo, pois se trata de um importante e notável personagem da ciência brasileira nesta segunda metade do século 20. Contudo, além de ser uma comemoração, a obra em questão pretende fornecer, como é afirmado pelo autor da orelha do livro, o físico e diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas Amós Troper, elementos para a reflexão acerca dos rumos e do papel que deverão ser desempenhados pela universidade e pela ciência em nosso país nestes tempos tão confusos. A simples publicação do livro já realiza completamente o primeiro objetivo, o que também é facilitado pelo caderno de fotos, que nos mostra Leite Lopes e seus quadros ao longo de muitas décadas. Quanto ao segundo objetivo, ainda é cedo para se poder avaliar o alcance e a repercussão que a obra está tendo.

Ao lado de uma fecunda e original produção científica, aliada à redação de obras didáticas e introdutórias em vários temas da física, Leite Lopes se notabilizou, nacional e internacionalmente, por uma firme, contínua e coerente defesa pública da ciência e do ensino (universitário ou não) entre nós. Sentindo-se desconfortável e insatisfeito com o estado da investigação científica na época em que começou a sua car-

reira, na virada dos anos 30 para a década seguinte, o físico pernambucano iniciou então um movimento que almejava a transformação radical do ambiente científico brasileiro. Leite Lopes não foi o primeiro e nem o único a tentar mudar e consertar aquilo que não estava bem. No entanto, poucos foram tão insistentes, coerentes e (ainda que relativamente) bem-sucedidos como ele em suas muitas tentativas. Além de sua persistência e tenacidade, Leite Lopes contou com o apoio e a participação de um número razoável de amigos e colaboradores, que conquistou, em muitos casos, com sua admirável capacidade de convencimento.

Ciência e liberdade nos apresenta, portanto, um retrato fiel e rico, não apenas das idéias de Leite Lopes sobre ensino e pesquisa, mas também de nossas insuficiências e dos obstáculos que surgiram, impedindo, muitas vezes, a realização plena de seus planos e projetos. Leite Lopes sempre lutou para que a ciência e a universidade fossem devidamente reconhecidas pelo governo e pela sociedade brasileiros. Ambos deveriam ser vistos como absolutamente essenciais para o desenvolvimento econômico, cultural e científico do país. Em outras palavras, sem uma ciência forte, ativa e criativa, realizada por pes-

'Girassóis e jangada', de José Lopes Leite, 1988

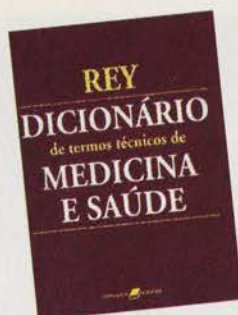


quisadores dignamente pagos e treinados, inserida no sistema universitário, o Brasil teria enormes dificuldades em superar a distância que o separava, e que ainda o separa, dos países desenvolvidos. Essa idéia é exaustivamente repetida, constituindo, em nossa opinião, a mais importante que encontramos em todo o livro. Leite Lopes não apenas explica a importância e a necessidade da ciência e da universidade para o florescimento de um país. Ele vai além, propondo formas para que isso aconteça.

Ciência e liberdade é um livro interessante e que deve ser lido por todo aquele que faça parte, ou não, da universidade, e que tenha algum interesse por ciência e pelo papel que ela deveria ocupar no Brasil. Troper não se engana quando afirma que esse livro propicia elementos para a reflexão sobre os rumos e destinos da ciência: a sua riqueza certamente a credencia para cumprir essa função.

Finalmente, uma palavra acerca da organização do livro. *Ciência e liberdade* não é apresentado por ninguém, seja pelo próprio autor, seja pelo seu organizador. Não existe um prefácio ou uma introdução. Assim, não nos é explicado quais foram os critérios usados para fazer a seleção do material publicado. É certo que o livro seria mais interessante caso Leite Lopes tivesse redigido uma introdução, comentando e, por que não, avaliando todas as suas tentativas, todos os seus esforços, sucessos e fracassos.

Antonio Augusto Passos Videira
Departamento de Filosofia,
Universidade do Estado
do Rio de Janeiro
e Observatório Nacional/CNPq



Dicionário de termos técnicos de medicina e saúde

Luís Rey

Rio de Janeiro, Ed. Guanabara-Koogan, 825 pp, R\$ 115.

Com a proposta de "preencher um vazio em nossa literatura científica, pois as publicações existentes são antigas ou traduções de dicionários escritos em outros idiomas", segundo o próprio autor, este dicionário dá grande destaque às bases da medicina moderna, como morfologia,

fisiologia, patologia, bioquímica, biologia celular, genética, ecologia, epidemiologia e farmacodinâmica. Luís Rey, pesquisador da Universidade de São Paulo e da Fundação Oswaldo Cruz, destacou alguns pontos que acredita serem importantes no cenário atual: patologia tropical, doenças novas, emergentes e de causas desconhecidas, clareza na definição de cada um dos termos etc. O dicionário levou seis anos para ser organizado e atinge um público amplo: desde estudantes das áreas médicas e afins até profissionais de saúde pública, biólogos, médicos e farmacêuticos.



Uma breve história do infinito

Richard Morris

Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 232 pp, R\$ 23.

A pergunta pode sair da boca de qualquer criança: o que é o infinito? A questão, no entanto, ocupou e ainda ocupa filósofos, matemáticos, físicos e outros. A proposta de Richard Morris, autor de mais de uma dezena de livros de divulgação científica, é guiar o leitor através da história da construção do conceito de infinito, da Antiguidade até os dias de hoje.

O escritor lembra que "a infinidade apareceu pela primeira vez como um problema enigmático há mais de 2 mil anos" e destaca que o filósofo grego Zenão foi o primeiro a examinar o conceito. De Aristóteles ao físico Stephen Hawking, passando pelo escritor Jorge Luis Borges, o livro não é só uma viagem pela história da ciência, aberta também aos leigos, como aborda temas atuais e polêmicos.



Geopolítica da Biodiversidade

Sarita Albagli – Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal

Brasília, edições Ibama, 273 pp, R\$ 18.

A tese de doutorado em Geografia da socióloga Sarita Albagli, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), originou este livro sobre biodiversidade na virada do milênio.

A autora busca suprir a necessidade de pesquisar a biodiversidade e promover

maior conhecimento sobre a questão.

Ela aborda também a relação entre biodiversidade, ciência e tecnologia e focaliza o tratamento dado ao Brasil, país de especial riqueza biológica e genética.



HÁ 30 ANOS O HOMEM CHEGAVA À LUA

Saudades do futuro

Um pequeno passo para o homem, um grande salto para a humanidade. As palavras do astronauta norte-americano Neil Amstrong resumem o que foi a maior aventura espacial do século 20: a chegada do homem à Lua em 19 de julho de 1969. Mas o pouso inaugural da espécie humana no satélite natural da Terra também gerou expectativas colossais — logo descartadas como se não tivessem a menor importância. As lições de tão ampla e requintada experiência de manipulação dos grandes processos científicos e tecnológicos estão longe de terem sido esgotadas e aprendidas.

Gastamos os tubos para ir à Lua. Foi uma corrida louca. Conseguimos chegar lá. Fizemos seis viagens e desistimos. Nunca mais voltamos. Agora queremos retornar. Estamos com saudades do que já fizemos. Por que conquistamos a Lua e a abandonamos? Acaso perdemos o juízo?

A história é complicada. Mas há que conhecê-la bem, até para não repeti-la. Para muita gente, a começar pelos próprios astronautas que lá estiveram, foi um lindo sonho interrompido. Uma frustração imensa.

Suspeito que tenha sido ainda pior: um engodo monumental, o produto de uma astúcia sedutora e enganosa exercida em escala global. Algo em nada compatível com a grandeza daquela primeira foto de corpo inteiro que um terráqueo tirou da Terra, a partir das planícies de nosso único satélite natural.

O Projeto Apollo não serviu apenas para levar os primeiros homens à Lua, em 19 de julho de 1969. Este voo também gerou ex-

pectativas colossais — logo descartadas como se não tivessem a menor importância, por obra e graça de uma lógica imediatista e inconsequente.

Esse lado insensato da maior aventura espacial do século 20 ainda é pouco analisado na devida extensão e profundidade. Seus efeitos, porém, perduram até hoje e se projetam no século 21. As lições de tão ampla e requintada experiência de manipulação dos grandes processos científicos e tecnológicos estão longe de terem sido esgotadas e aprendidas. Aí está a Estação Espacial Internacional, alardeada como o maior laboratório científico espacial de todos os tempos, megaprojeto avaliado entre US\$ 50 e 100 bilhões. Sua construção foi iniciada em 1998, mas sua utilidade para a ciência continua sendo questionada por sociedades científicas nos Estados Unidos e na Europa, e pelo ministro da Educação Nacional, Pesquisa e Tecnologia da França, Claude Allègre.

O triunfalismo plantado nos

anos 60 era de tal porte que o cineasta norte-americano Stanley Kubrick (1928-1999) chegou a temer que seu filme *2001, uma odisséia no espaço*, lançado em 1968, sobre imaginária viagem tripulada a Júpiter, pudesse parecer falso e superado. Até o ano 2001, supunha ele, a Nasa seguramente já teria realizado esta façanha.

A viagem à Lua e toda a fantástica máquina promocional montada em sua órbita são criaturas da Guerra Fria. O confronto entre os Estados Unidos e a ex-União Soviética, à frente de blocos econômicos e militares rivais, durou cerca de 40 anos e quase provocou um conflito nuclear de consequências incalculáveis para todo o planeta.

Em 4 de outubro de 1957, como parte dessa história sinistra, a ex-União Soviética deu enorme susto nos Estados Unidos ao lançar o primeiro satélite artificial da Terra, o Sputnik I. Um país tido até então como pobre e atrasado, com um sistema político e econô-

Há 30 anos

mico que afrontava a democracia representativa e o capitalismo, revelava-se, de repente, na vanguarda da estratégica tecnologia de foguetes. Isso rompia a secular invulnerabilidade territorial dos Estados Unidos. O mesmo foguete que colocou o Sputnik I em órbita da Terra poderia agora atingir qualquer ponto do planeta, conduzindo na ojiva uma bomba nuclear. Os norte-americanos entraram em pânico.

John Kennedy (1917-1963), jovem, rico e ambicioso político de família tradicional, vislumbrou neste medo coletivo, muito bem cultivado pela mídia, sua grande chance. Em 1960, elegera-se presidente dos EUA, derrotando o candidato situacionista, Richard Nixon (1913-1994). Arma fulminante de sua campanha foi acusar o governo de então, do general Dwight Eisenhower (1890-1969), herói da 2ª Guerra Mundial, de negligência com a segurança do país. O velho comandante, na verdade, tentara apenas limitar as ambições do “complexo industrial-militar”, termo por ele mesmo cunhado que logo ganhou o mundo.

Em 12 de abril de 1961, Yuri Gagarin (1934-1968) deu uma volta completa em órbita da Terra. Ninguém fizera isto antes. Eram os russos de novo na frente. Algumas semanas depois, em 25 de maio, Kennedy anunciava o Projeto Apollo, pelo qual os Estados Unidos se comprometiam a colocar um homem na Lua e trazê-lo de volta são e salvo antes do final da década. “Nenhum projeto espacial neste período será mais impressionante para a humanidade ou mais importante para a exploração do espaço de longo alcance”, proclamava ele, cativante.

Começava ali uma corrida in-

dustrial e tecnológica desvairada, que só aos Estados Unidos custou mais de US\$ 25 bilhões, mobilizando, direta ou indiretamente, 350 mil pessoas e 20 mil empresas. De julho de 1969 a dezembro de 1972, 12 astronautas norte-americanos, em seis missões, estiveram na Lua por um tempo cor-



respondente a 12 dias e meio, dos quais 80 horas e 18 minutos fora da nave espacial. E de lá trouxeram 386,5 kg de pedras lunares.

Era gente e tempo suficiente para muitíssimas pesquisas. Mas a idéia não era bem essa. Ao contrário do que se apregoava, a ciência não estava entre as prioridades reais. O principal eram o show, a conquista de prestígio, a exibição de poder. A existência de água na Lua, por exemplo, só foi descoberta 22 anos depois, em 1994, pela sonda Clementine, e confirmada, em 1998, pela Lunar Prospector, ambas dos EUA. Juntas, elas não gastaram US\$ 400 milhões.

Os astronautas e outros veteranos do Projeto Apollo sempre relatam a surpresa e o pesar que sentiram, quando, em 1972, o então presidente Richard Nixon decidiu cancelar o programa. Na realidade, eles — e todos os que no mun-

do inteiro acreditaram nas promessas inebriantes e pensavam que aquilo tudo era, de fato, o início de vasta exploração do espaço — viram-se ludibriados.

Vingança de Nixon pela vitória eleitoral de Kennedy 13 anos antes? Falta de recursos? Ausência de planos? Nada disso. Apenas, no frio cálculo político e estratégico, o Projeto Apollo já cumprira plenamente sua missão: os EUA chegaram primeiro à Lua, a URSS perdeu o título de potência líder no espaço. E ponto final. Aliás, a tentativa fracassada da URSS de pôr um homem na Lua antes dos EUA, negada categoricamente à época, só foi revelada nos anos 90.

Daí que, como bem afirma Andrew Chaikin em seu livro *From Earth to the Moon* (Da Terra à Lua), o Projeto Apollo “converteu-se não em uma porta aberta para a exploração do espaço cósmico, mas em um acontecimento isolado”. Para ele, “é como se o presidente Kennedy tivesse arrancado uma década do século 21 e colocado seus fragmentos nos anos 60”.

Por isso é natural essa crescente saudade do futuro, que só vai acabar quando retomarmos o melhor daquilo que foi levemente truncado.

Penso que a Lua, e não a milionária Estação Espacial, é que será a nossa primeira academia científica do espaço, de onde melhor poderemos partir para incursões mais profundas no sistema solar. Para tanto, haverá que ter os pés bem fincados na Terra e não se deixar levar por um canto oportunista das estrelas.

José Monserrat Filho

Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial e Instituto Internacional de Direito Espacial da Federação Internacional de Astronáutica

A 'nossa' Jurubatiba

Foi com muito prazer que recebi a edição de abril da *CH*, na escola onde trabalho como professora, e deparei com uma importante matéria sobre nossa querida Jurubatiba. Digo 'nossa' porque moro a 200 m da reserva e faço parte de um núcleo de educação ambiental, onde sou diretora de comunicação e eventos. (...) Os alunos ficaram muito interessados e, a partir dessa matéria, pensamos em realizar turismo educacional, levando todas as escolas das redes particulares estaduais e municipais para conhecer um dos mais importantes pontos turísticos de Macaé, tão mal preservado pelos nossos representantes, já que há loteamentos ilícitos e invasões ao longo do parque, além da devastação de inúmeras plantas nativas. Os professores da Escola Estadual Jornalista Álvaro Bastos parabenizam a *CH*.

SELMA G. C. GARCIA VARELA
MACAÉ, RJ

Aeronaves médicas

Sou leitor assíduo da *Ciência Hoje* e quero parabenizá-los pela excelência dos temas escolhidos e pela diagramação invejável. Atualmente, a utilização de aeronaves configuradas para transporte médico, em virtude do aumento da sobrevivência e prognóstico do paciente, são diferenciais em todo o mundo. Dessa maneira, sugiro matéria abordando as leis físicas gasosas aplicadas aos pacientes transportados por aeronaves de asas fixas e rotor, assim como os estresses de voo. A veiculação desse tema saldaría possíveis dúvidas em relação aos critérios de transporte e suas indicações e contra-indicações, visando otimizar esse recurso.

MARCELO GOMES DE CARVALHO
SÃO PAULO, SP

Perspectiva moderna

Sobre a iniciativa da *CH* de homenagear grandes cientistas e suas desco-

bertas, gostaria de fazer uma sugestão. (...) A história e a sociologia da ciência têm hoje uma maneira diferente de olhar e entender as 'descobertas' científicas. Estas não são mais consideradas produtos exclusivamente intelectuais de homens (quase nunca mulheres...) excepcionalmente bem dotados que (...) conseguiram 'ler' e 'decifrar', aplicando o 'método científico', os segredos do mundo natural. A ciência é entendida modernamente como 'uma' das narrativas possíveis, historicamente localizada e socialmente construída, sobre o mundo natural. As 'descobertas', então, são as narrativas ou construções que conseguiram, no momento e no contexto, ser consideradas verdadeiras. (...) O que a história registra como uma descoberta científica feita por alguém é apenas o resultado de um processo extremamente rico do qual participaram vários atores tão importantes para o processo quanto aquele que recebeu os louros pela descoberta. (...) Seria interessante se *CH* (...) adotasse uma perspectiva mais moderna (...) e desse espaço a outros cientistas que contribuíram significativamente para a descoberta e nunca são reconhecidos, ou que apresentaram teorias e explicações competidoras e que não foram aceitas, ou que descobriram a mesma coisa (no mesmo tempo e de modo independente) e nunca são citados. (...)

LEA VELHO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DA UNICAMP
CAMPINAS, SP

Essa perspectiva sempre foi a adotada pela *CH*, embora nem sempre tenha sido obtido o melhor resultado, em função da limitação de espaço na seção 'Memória' e do necessário respeito aos pontos de vista dos autores dos textos nela publicados.

Verdadeiro prêmio

Fiquei muito contente com a publicação do generoso artigo (*CH* n° 145) sobre o meu livro *Vida e criação das*

abelhas indígenas sem ferrão. Para mim, constitui um verdadeiro prêmio. A gente passa grande parte da vida trabalhando em pesquisas científicas (...) e, no meu caso, também lutando pelo meio ambiente. Quando o trabalho é reconhecido, a gente tem a impressão de que não passou em vão pela vida.

PAULO NOGUEIRA-NETO
SÃO PAULO, SP

Curiosidade e assinatura

Tenho recebido e lido o *Jornal da Ciência E-mail*. Só tenho elogios a fazer. (...) De tanto ficar curioso com as chamadas feitas sobre artigos que estão saindo na revista *CH*, resolvi fazer uma assinatura. Não agüento mais segurar a curiosidade, em que pese estar com o salário congelado há muito e muito tempo.

EURICO ZIMBRES
PROFESSOR DA UERJ
RIO DE JANEIRO, RJ

O boletim eletrônico da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência é diário (segunda a sexta) e gratuito. Para recebê-lo, acesse a homepage (em www.sbpnet.org.br), entre na área *Jornal da Ciência E-Mail* e forneça seu nome e endereço eletrônico.

Homepage

Parabéns pela homepage da revista *CH*. Está ótima, com serviços e matérias excelentes.

MARA GOMES
POR E-MAIL

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

ENTREVISTAS & PERFIS

Alan Sokal (entrevista). Imposturas passadas a limpo. Por Ildeu C. Moreira, Antonio A. Passos Videira, Fernando Paiva e Cássio L. Vieira, p. 6, nº 145.

Antônio Coutinho (entrevista). Um sistema sem designs e eternamente jovem. Por Adriana Bonomo, Alicia Ivanisovich e Cássio Leite Vieira, p. 6, nº 148.

John Oxford (entrevista). Pandemias são como vulcões. Por Bernardo Esteves e Márcia D. Wigg, p. 8, nº 149.

Jorge Wilhelm (entrevista). A incerteza do futuro nas urbes. Por Vera Rita da Costa, p. 6, nº 150.

Padre Henrique Cláudio de Lima Vaz (perfil). A dignidade da razão. Por João Antônio de Paula, p. 68, nº 146.

Warren Wiscombe (entrevista). De olho na Terra. Por Emilio L. La Rovere, Bianca da Encarnação e Micheline Nussenzveig, p. 6, nº 147.

Yves Legrand (entrevista). Novas armas contra um inimigo versátil. Por Débora Foguel, Verônica Morandi e Valquíria Daher, p. 6, nº 146.

RESENHAS

Em defesa do ensino e da pesquisa. Antonio Augusto P. Videira, p. 72, nº 150.

Resenha do livro *Ciência e liberdade*, de José Leite Lopes.

Futuros 'espíritos de porco'. Os. Jorge Luiz Calife, p. 74, nº 149. Resenha do livro *A lição de Prático*, de Maurício Luz.

Guia completo das abelhas sem ferrão. Gislene A. Carvalho, p. 70, nº 145. Resenha do livro *Vida e criação das abelhas indígenas sem ferrão*, de Paulo Nogueira-Neto.

Muito além das 'caras e bocas'. Aldo Melender de Araújo, p. 74, nº 146. Resenha do livro *The expressions of the emotions in man and animals*, de Charles Darwin.

Português sem dor. Yvonne Leite, p. 66, nº 147. Resenha do livro *Sofrendo a gramática - Ensaios sobre a linguagem*, de Mário A. Perini.

Uma história irreverente e nada convencional. Lêa Velho, p. 72, nº 148. Resenha do livro *Dancing naked in the mind field*, de Kary Mullis.

ARTIGOS

Agricultura nos trópicos, Erosão solar: riscos para a. Cícero Bley Jr., p. 24, nº 148.

(Agronomia) Erosão solar: riscos para a agricultura nos trópicos. Cícero Bley Jr., p. 24, nº 148.

Água potável, Ameaça microscópica na. Ben Hur L. Batalha, p. 28, nº 145.

Amazônia: proteção da floresta + benefícios sociais, Extrativismo na. Cleber J. R. Alho, p. 30, nº 150.

Ameaça microscópica na água potável. Ben Hur L. Batalha, p. 28, nº 145.

Américas: um debate sem fim, Povoamento das. André Prous, p. 40, nº 149.

Animais transgênicos e nocautes: soluções para muitos enigmas. Antonio José Oliveira-dos-Santos, p. 16, nº 146.

Antimatéria?, A assimetria do universo: por que existe mais matéria do que, Leandro de Paula e Miriam Gandelman, p. 30, nº 148.

Antropofagia, Cinco séculos de. João Cezar de C. Rocha, p. 44, nº 145.

Apoptose: quando a célula programa a própria morte. Maria F. Horta e John D. Young, p. 38, nº 150.

Araruama: uma lagoa ameaçada. Ricardo Coutinho e outros, p. 24, nº 149.

(Arqueologia) Povoamento das Américas: um debate sem fim. André Prous, p. 40, nº 149.

Assimetria do universo: por que existe mais matéria do que antimatéria?, A. Leandro de Paula e Miriam Gandelman, p. 30, nº 148.

Big Bang, A gênese do. Antonio A. Passos Videira, p. 36, nº 145.

(Biologia estrutural) Mais luz sobre os segredos das proteínas. Lee Wen Hwa e

Igor Polikarpov, p. 32, nº 149.

(Bioquímica) A defesa das plantas contra as doenças. Márcia Margis-Pinheiro, Mariana Sandroni, Marie Lummerzheim e Dulce E. de Oliveira, p. 24, nº 147.

(Bioquímica) Apoptose: quando a célula programa a própria morte. Maria F. Horta e John D. Young, p. 38, nº 150.

Cavernas, Guano de morcegos: fonte de vida nas. Rodrigo L. Ferreira e Rogério P. Martins, p. 34, nº 146.

Célula programa a própria morte, Apoptose: quando a. Maria F. Horta e John D. Young, p. 38, nº 150.

(Cérebro) Os labirintos da memória. Iván Izquierdo, p. 38, nº 148.

Cinco séculos de antropofagia. João Cezar de C. Rocha, p. 44, nº 145.

(Cristalografia) Mais luz sobre os segredos das proteínas. Lee Wen Hwa e Igor Polikarpov, p. 32, nº 149.

(Cultura) Cinco séculos de antropofagia. João Cezar de C. Rocha, p. 44, nº 145.

Defesa das plantas contra as doenças, A. Márcia Margis-Pinheiro, Mariana Sandroni, Marie Lummerzheim e Dulce E. de Oliveira, p. 24, nº 147.

Diamantes de Minas Gerais: qual terá sido o caminho das pedras? Mario L. S. C. Chaves e Darcy P. Svisero, p. 22, nº 150.

(Ecologia) Araruama: uma lagoa ameaçada. Ricardo Coutinho e outros, p. 24, nº 149.

(Ecologia) Extrativismo na Amazônia: proteção da floresta + benefícios sociais. Cleber J. R. Alho, p. 30, nº 150.

(Ecologia) Guano de morcegos: fonte de vida nas cavernas. Rodrigo L. Ferreira e Rogério P. Martins, p. 34, nº 146.

(Ecologia) Preguiça-de-coleira: segredos de uma espécie ameaçada. Adriano G. Chiarello, p. 16, nº 147.

(Economia) Extrativismo na Amazônia: proteção da floresta + benefícios sociais. Cleber J. R. Alho, p. 30, nº 150.

(Efeito Casimir) Tormenta no vazio. Marcus V. Cougo-Pinto, Carlos Farina e Alexandre Tort, p. 26, nº 146.

(Engenharia genética) Animais transgênicos e nocautes: soluções para muitos enigmas. Antonio José Oliveira-dos-Santos, p. 16, nº 146.

Erosão solar: risco para a agricultura nos trópicos. Cícero Bley Jr., p. 24, nº 148.

Espécie ameaçada. Preguiça-de-coleira: segredos de uma. Adriano G. Chiarello, p. 16, nº 147.

Extrativismo na Amazônia: proteção da floresta + benefícios sociais. Cleber J. R. Alho, p. 30, nº 150.

(Física) A assimetria do universo: por que existe mais matéria do que antimatéria? Leandro de Paula e Miriam Gandelman, p. 30, nº 148.

(Física) A gênese do *Big Bang*. Antonio A. Passos Videira, p. 36, nº 145.

(Física) Neutrinos: partículas onipresentes e misteriosas. Adriano A. Natale e Marcelo M. Guzzo, p. 32, nº 147.

(Física) Tormenta no vazio. Marcus V. Cougo-Pinto, Carlos Farina e Alexandre Tort, p. 26, nº 146.

Gênese do *Big Bang*, A. Antonio A. Passos Videira, p. 36, nº 145.

(Genética) Animais transgênicos e nocautes: soluções para muitos enigmas. Antonio José Oliveira-dos-Santos, p. 16, nº 146.

(Geociências) Diamantes de Minas Gerais: qual terá sido o caminho das pedras? Mario L. S. C. Chaves e Darcy P. Svisero, p. 22, nº 150.

Guano de morcegos: fonte de vida nas cavernas. Rodrigo L. Ferreira e Rogério P. Martins, p. 34, nº 146.

Labirintos da memória, Os. Iván Izquierdo, p. 38, nº 148.

Lagoa ameaçada, Araruama: uma. Ricardo Coutinho e outros, p. 24, nº 149.

(Literatura) Cinco séculos de antropofagia. João Cezar de C. Rocha, p. 44, nº 145.

Luz sobre os segredos das proteínas, Mais. Lee Wen Hwa e Igor Polikarpov,

p. 32, nº 149.

Mais luz sobre os segredos das proteínas. Lee Wen Hwa e Igor Polikarpov, p. 32, nº 149.

Matéria do que antimatéria?, A assimetria do universo: por que existe mais. Leandro de Paula e Miriam Gandelman, p. 30, nº 148.

Memória, Os labirintos da. Iván Izquierdo, p. 38, nº 148.

Minas Gerais: qual terá sido o caminho das pedras?, Diamantes de. Mario L. S. C. Chaves e Darcy P. Svisero, p. 22, nº 150.

Morcegos: fonte de vida nas cavernas, Guano de. Rodrigo L. Ferreira e Rogério P. Martins, p. 34, nº 146.

(Neurologia) Os labirintos da memória. Iván Izquierdo, p. 38, nº 148.

Neutrinos: partículas onipresentes e misteriosas. Adriano A. Natale e Marcelo M. Guzzo, p. 32, nº 147.

Nocautes: soluções para muitos enigmas, Animais transgênicos e. Antonio José Oliveira-dos-Santos, p. 16, nº 146.

Partículas onipresentes e misteriosas, Neutrinos: Adriano A. Natale e Marcelo M. Guzzo, p. 32, nº 147.

Plantas contra as doenças, A defesa das. Márcia Margis-Pinheiro, Mariana Sandroni, Marie Lummerzheim e Dulce E. de Oliveira, p. 24, nº 147.

Povoamento das Américas: um debate sem fim. André Prous, p. 40, nº 149.

Preguiça-de-coleira: segredos de uma espécie ameaçada. Adriano G. Chiarello, p. 16, nº 147.

Proteínas, Mais luz sobre os segredos das. Lee Wen Hwa e Igor Polikarpov, p. 32, nº 149.

(Saneamento) Ameaça microscópica na água potável. Ben Hur L. Batalha, p. 28, nº 145.

Solar: risco para a agricultura nos trópicos, Erosão. Cícero Bley Jr., p. 24, nº 148.

Tormenta no vazio. Marcus V. Cougo-Pinto, Carlos Farina e Alexandre Tort, p. 26, nº 146.

Transgênicos e nocautes: soluções para muitos enigmas, Animais. Antonio José Oliveira-dos-Santos, p. 16, nº 146.

Universo: por que existe mais matéria do que antimatéria?, A assimetria do. Leandro de Paula e Miriam Gandelman, p. 30, nº 148.

(Vácuo quântico) Tormenta no vazio. Marcus V. Cougo-Pinto, Carlos Farina e Alexandre Tort, p. 26, nº 146.

(Zoologia) Preguiça-de-coleira: segredos de uma espécie ameaçada. Adriano G. Chiarello, p. 16, nº 147.

SEÇÕES

Agrotóxicos, Nova lógica no controle de. Tomaz Langenbach, p. 62, nº 150.

Água de um copo evapora, se não chega aos 100°C?, Por que a. Belita Koiller, p. 4, nº 148.

Aguapé agrava contaminação por mercúrio. Jane B. N. Mauro, Jean R. D. Guimarães e Ricardo Melamed, p. 68, nº 150.

Aids, Marilyn: um novo olhar sobre a. Rodrigo C. Printes, p. 19, nº 148.

Aids, Novo caminho para a vacina contra a. Amílcar Tanuri, p. 17, nº 148.

(Aids) Os outros alvos do vírus HIV. Claudá Amorim, p. 50, nº 149.

Ainda é possível descobrir algum elemento químico novo? Carlos Alberto L. Filgueiras, p. 5, nº 145.

(Alergia) Sempre que tomo qualquer tipo de mel tenho enjôos. O que pode causar esta reação? Paulo Nogueira-Neto, p. 4, nº 147.

(Alimentos) Urânio nosso de cada dia, O. Roberto B. de Carvalho, p. 48, nº 149.

Amazônia de Carlos Chagas hoje, A. Danielle Nogueira, p. 50, nº 145.

Amazônia: do extrativismo ao neoeextrativismo. José F. do Rêgo, p. 62, nº 147.

(Amazônia) Fósseis na selva. Fernando Paiva, p. 42, nº 147.

(Anatomia) Que fatores permitem que dois ossos articulados possam se mo-

ver sem muito atrito? Eduardo Azzi, p. 5, nº 147.

Angioplastia?, O *stent* é considerado uma prótese vascular ou apenas uma variedade da. Cristina Almeida, p. 5, nº 150.

Animais sentem sono?, Por que os. Luiz Menna-Barreto, p. 4, nº 148.

Antártida, As simpáticas focas da. Edison Barbieri e outros, p. 65, nº 149.

(Aparelho de Golgi) Uma curiosa estrutura nas células. Luciana Correa, Lineu Calderazzo e Marina Bentivoglio, p. 74, nº 145.

(Asfixia) *Laser* evita danos no bebê. Paul Wymer, p. 53, nº 145.

Aspirina?, Como age a. Dalton L. Ferreira Alves, p. 4, nº 146.

(Astronáutica) Saudades do futuro. José Monserrat Filho, p. 74, nº 150.

(Astronomia) Quais as funções da luneta equatorial fotográfica e do fototelegráfico? Teresinha Rodrigues, p. 5, nº 148.

(Astronomia) Seria possível uma mesma galáxia aparecer aos nossos olhos mais de uma vez, ao mesmo tempo?, César Caretta, p. 4, nº 149.

Até onde temer o *bug*? Bernardo Esteves, p. 49, nº 148.

Aves de uma lagoa urbana, As. Maria Alice S. Alves, Érika F. Pereira e Cristiane A. Giani, p. 66, nº 145.

Bafômetro, Imprecisão no uso do. Eliza Muto, p. 57, nº 145.

Baía de Sepetiba já ameaça outras áreas, Poluição da. Gilberto M. Amado Filho e outros, p. 46, nº 149.

Batalhas dentro do sistema imune. Selma Giorgio, p. 50, nº 150.

Bebê, *Laser* evita danos no. Paul Wymer, p. 53, nº 145.

Biodigestores funcionam bem?, Os. Gutemberg Pereira Dias, p. 4, nº 149.

Biodiversidade, Caminhos da. Jean Paul Metzger, Renato Goldenberg e Luís Carlos Bernacci, p. 62, nº 146.

Biodiversidade e estabilidade em lagoas do semi-árido. Leonardo Maltchik, p. 64, nº 148.

Biodiversidade, Perigo para a. Harold G. Fowler, p. 62, nº 145.

Bioespuma pode substituir isopor. Bernardo Esteves, p. 65, nº 146.

(Biologia) Instinto materno. Eliza Muto, p. 45, nº 146.

(Biologia marinha) A 'redescoberta' do celacanto. Paulo M. Brito, p. 64, nº 145.

(Biotecnologia) Guerra aos organoclorados. Roberto B. de Carvalho, p. 48, nº 148.

Boca, O diagnóstico que sai da. Paul Wymer, p. 50, nº 147.

(Botânica) Plantas que curam. Fernando Paiva, p. 53, nº 149.

Botos ganham uma identidade, Quando os. José L. Pizzorno, Salvatore Siciliano e Sheila M. Simão, p. 65, nº 150.

Bug?, Até onde temer o. Bernardo Esteves, p. 49, nº 148.

Cadeira de rodas é orientada pela cabeça. Danielle Nogueira, p. 79, nº 148.

Caminhos da biodiversidade. Jean Paul Metzger, Renato Goldenberg e Luís Carlos Bernacci, p. 62, nº 146.

(Cardiologia) O *stent* é considerado uma prótese vascular ou apenas uma variedade da angioplastia? Cristina Almeida, p. 5, nº 150.

Caos tem prova?, O. Newton da Costa e Francisco A. Doria, p. 71, nº 149.

Carlos Chagas hoje, A Amazônia de. Danielle Nogueira, p. 50, nº 145.

Carne vermelha e a carne branca?, Quais as diferenças entre a. Elizabeth L. Chicourel, p. 5, nº 145.

(Cemitérios) Os novos fantasmas das cidades grandes. Eliza Muto, p. 52, nº 150.

Celacanto, A 'redescoberta' do. Paulo M. Brito, p. 64, nº 145.

Células, Uma curiosa estrutura nas. Luciana Correa, Lineu Calderazzo e Marina Bentivoglio, p. 74, nº 145.

- Cérebro, exercendo pelo menos parte da função perdida?, Pode um *chip* substituir uma área lesada no. Maria Inês Nogueira e Adhemar Petri, p. 4, nº 150.
- Chave para os enigmas do Antigo Egito. Vera Rita da Costa, p. 68, nº 147.
- Ciência de portas abertas. Daniela Evelyn, p. 44, nº 147.
- Clima, Impasse na proteção do. Emilio L. La Rovere, p. 52, nº 146.
- Como age a aspirina? Dalton L. Ferreira Alves, p. 4, nº 146.
- Como as saúvas escolhem seu alvo. Marcelo N. Schlindwein e Harold G. Fowler, p. 68, nº 148.
- Como Copérnico constatou e demonstrou o sistema heliocêntrico? Carlos Ziller, p. 4, nº 145.
- Como funciona um telefone celular? Qual a diferença entre celular digital e analógico e entre as bandas A e B? Paul Jean E. Jeszensky, p. 4, nº 145.
- (Condensado de Bose) Luz lenta. Moysés Nussenzweig, p. 19, nº 149.
- Copérnico constatou e demonstrou o sistema heliocêntrico?, Como. Carlos Ziller, p. 4, nº 145.
- (Coprólitos) Um inusitado elo com o passado. Bianca da Encarnação, p. 44, nº 148.
- Coração, Um saca-rolha para o. Paul Wymer, p. 44, nº 146.
- (Crise asiática) Ponto de ruptura. Marcelo Lara Resende, p. 62, nº 149.
- Crise de 1929: há 70 anos a economia mundial entrava em colapso. Carlos Aguiar de Medeiros, p. 76, nº 149.
- Crustáceos, As qualidades ocultas dos. Danielle Nogueira, p. 47, nº 148.
- De volta ao coração do Brasil. Dagoberto Souto Maior, p. 42, nº 148.
- De volta para o passado. Roberto S. Causo, p. 78, nº 146.
- Desaparecimento de pequenos rios brasileiros, O. Antonio P. Faria e Jorge S. Marques, p. 56, nº 146.
- Desigualdade, pobreza e fome (Nobel 1998). Rodolfo Hoffmann, p. 17, nº 145.
- Diagnóstico que sai da boca, O. Paul Wymer, p. 50, nº 147.
- (Dinossauros) Um inusitado elo com o passado. Bianca da Encarnação, p. 44, nº 148.
- (Direito ambiental) Nova lógica no controle de agrotóxicos. Tomaz Langenbach, p. 62, nº 150.
- (Ecologia) Aguapé agrava contaminação por mercúrio. Jane B. N. Mauro, Jean R. D. Guimarães e Ricardo Melamed, p. 68, nº 150.
- (Ecologia) As aves de uma lagoa urbana. Maria Alice S. Alves, Érika F. Pereira e Cristiane A. Giani, p. 66, nº 145.
- (Ecologia) Biodiversidade e estabilidade em lagoas do semi-árido. Leonardo Maltchik, p. 64, nº 148.
- (Ecologia) Caminhos da biodiversidade. Jean Paul Metzger, Renato Goldenberg e Luis Carlos Bernacci, p. 62, nº 146.
- (Ecologia) Como as saúvas escolhem seu alvo. Marcelo N. Schlindwein e Harold G. Fowler, p. 68, nº 148.
- (Ecologia) Impasse na proteção do clima. Emilio L. La Rovere, p. 52, nº 146.
- (Ecologia) Juruatiba, uma restinga peculiar. Edélti F. Albertoni e Francisco de Assis Esteves, p. 61, nº 148.
- (Ecologia) Nova lógica no controle de agrotóxicos. Tomaz Langenbach, p. 62, nº 150.
- (Ecologia) Perigo para a biodiversidade. Harold G. Fowler, p. 62, nº 145.
- (Ecologia polar) As simpáticas focas da Antártida. Edison Barbieri e outros, p. 65, nº 149.
- (Ecologia) Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas. Gilberto M. Amado Filho e outros, p. 46, nº 149.
- (Economia) Amazônia: do extrativismo ao neoeextrativismo. José Fernandes do Rêgo, p. 62, nº 147.
- (Economia) Desigualdade, pobreza e fome (Nobel 1998). Rodolfo Hoffmann, p. 17, nº 145.
- Economia mundial entrava em colapso, Crise de 1929: há 70 anos a. Carlos Aguiar de Medeiros, p. 76, nº 149.
- (Economia) Ponto de ruptura. Marcelo Lara Resende, p. 62, nº 149.
- (Educação) A política educacional do mendigo. Daniel J. L. Soares, p. 58, nº 148.
- (Educação) A rede como mestre. Daniela Evelyn, p. 46, nº 146.
- (Educação) Ciência de portas abertas. Daniela Evelyn, p. 44, nº 147.
- (Educação) Imagens contra os exterminadores do futuro. Alicia Ivanishevich, p. 46, nº 150.
- (Educação) Irresponsabilidade teórica e didática. Pedro Perini-Santos, p. 55, nº 147.
- Egito, Chave para os enigmas do Antigo. Vera Rita da Costa, p. 68, nº 147.
- Elemento químico novo?, Ainda é possível descobrir algum. Carlos Alberto L. Filgueiras, p. 5, nº 145.
- Elementos superpesados, A ilha dos. Carlos E. Aguiar, p. 56, nº 150.
- Em dia com os vírus. Bernardo Esteves, p. 48, nº 147.
- Engenharia de segurança de trânsito?, O que é tempo de reação na. Osvaldo Quelhas, p. 5, nº 147.
- (Epidemiologia) A Amazônia de Carlos Chagas hoje. Danielle Nogueira, p. 50, nº 145.
- Espectro da fome e da desigualdade, O. Maurício C. Coutinho, p. 72, nº 145.
- Esperança de recuperação para o fígado. Heliete Vaitzman, p. 47, nº 147.
- Estilo aerodinâmico: uma antiga visão do futuro. Jesus de P. Assis, p. 78, nº 145.
- Existe uma vacina contra a leishmaniose? Odair Genaro, p. 5, nº 148.
- Extraordinário que está nas pequenas coisas (Nobel 1998), O. Jorge F. da Silveira, p. 14, nº 145.
- Extrativismo ao neoeextrativismo, Amazônia: do. José F. do Rêgo, p. 62, nº 147.
- Face feminina da FC, A. Finisia Fideli, p. 74, nº 148.
- (Farmacologia) Como age a aspirina? Dalton L. Ferreira Alves, p. 4, nº 146.
- Feminina da FC, A face. Finisia Fideli, p. 74, nº 148.
- Ficção científica às histórias-em-quadrinhos, Imaginário em transe: da. Moacyr Cirne, p. 70, nº 147.
- (Ficção científica) A face feminina da FC. Finisia Fideli, p. 74, nº 148.
- (Ficção científica) De volta para o passado. Roberto S. Causo, p. 78, nº 146.
- (Ficção científica) Estilo aerodinâmico: uma antiga visão do futuro. Jesus de Paula Assis, p. 78, nº 145.
- Fígado, Esperança de recuperação para o. Heliete Vaitzman, p. 47, nº 147.
- (Física) Luz lenta. Moysés Nussenzweig, p. 19, nº 149.
- (Física nuclear) A ilha dos elementos superpesados. Carlos E. Aguiar, p. 56, nº 150.
- (Física) Por que a água de um copo evapora, se não chega aos 100°C? Belita Koiller, p. 4, nº 148.
- (Física) Quasipartículas: estados coletivos da matéria (Nobel 1998). Carlos Alberto A. de Carvalho Fº, p. 10, nº 145.
- (Física) Se estivéssemos em um trem à velocidade da luz e acendêssemos uma lanterna na mesma direção do movimento do trem, ela clarearia o outro lado da parede? Bernhard Lesche, p. 5, nº 146.
- Focas da Antártida, As simpáticas. Edison Barbieri e outros, p. 65, nº 149.
- Fome (Nobel 1998), Desigualdade, pobreza e. Rodolfo Hoffmann, p. 17, nº 145.
- (Força de Coriolis) Por que a água que escoa pelo ralo de uma pia gira em sentidos inversos nos dois hemisférios? Carlos Maurício Chaves, p. 4, nº 150.
- (Formigas) Como as saúvas escolhem seu alvo. Marcelo N. Schlindwein e Harold G. Fowler, p. 68, nº 148.
- Fósseis na selva. Fernando Paiva, p. 42, nº 147.
- Fotoheliógrafo?, Quais as funções da luneta equatorial fotográfica e do. Tere-
- sinha Rodrigues, p. 5, nº 148.
- (Fungos) Guerra aos organoclorados. Roberto B. de Carvalho, p. 48, nº 148.
- Futuro, Estilo aerodinâmico: uma antiga visão do. Jesus de P. Assis, p. 78, nº 145.
- Galáxia aparecer aos nossos olhos mais de uma vez, ao mesmo tempo?, Seria possível uma mesma. César Caretta, p. 4, nº 149.
- (Genética) A promiscuidade dos *introns*. Rubens O. Nodari, p. 10, nº 147.
- (Genética) Marilyn: um novo olhar sobre a Aids. Rodrigo C. Printes, p. 19, nº 148.
- (Genética) Qual foi a alteração introduzida na soja transgênica e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a saúde humana? Rubens O. Nodari, p. 4, nº 146.
- (Geologia) Paisagem montanhosa no antigo Tocantins. Roberto B. de Carvalho, p. 54, nº 150.
- (Gramática) Irresponsabilidade teórica e didática. Pedro Perini-Santos, p. 55, nº 147.
- (Grande depressão) Crise de 1929: há 70 anos a economia mundial entrava em colapso. Carlos Aguiar de Medeiros, p. 76, nº 149.
- Guerra aos organoclorados. Roberto B. de Carvalho, p. 48, nº 148.
- (Hidrologia) O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. Antonio P. Faria e Jorge S. Marques, p. 56, nº 146.
- (História da ciência) Chave para os enigmas do Antigo Egito. Vera Rita da Costa, p. 68, nº 147.
- (História da ciência) Como Copérnico constatou e demonstrou o sistema heliocêntrico? Carlos Ziller, p. 4, nº 145.
- (História da ciência) O espectro da fome e da desigualdade. Maurício C. Coutinho, p. 72, nº 145.
- (História da ciência) Pesquisa sem fronteiras. Danielle Nogueira e Fernando Paiva, p. 41, nº 147.
- (História da ciência) Sob a poeira do tempo. Kenitiro Suguio, p. 76, nº 146.
- (História da ciência) Uma curiosa estrutura nas células. Luciana Correa, Lineu Calderazzo e Marina Bentivoglio, p. 74, nº 145.
- Historiador marxista ortodoxo, O último. Francisco José C. Falcon, p. 76, nº 148.
- Ilha dos elementos superpesados, A. Carlos E. Aguiar, p. 56, nº 150.
- Imagens contra os exterminadores do futuro. Alicia Ivanishevich, p. 46, nº 150.
- Imaginário em transe: da ficção científica às histórias-em-quadrinhos. Moacyr Cirne, p. 70, nº 147.
- Impasse na proteção do clima. Emilio L. La Rovere, p. 52, nº 146.
- Imprecisão no uso do bafômetro. Eliza Muto, p. 57, nº 145.
- (Imunocologia) Batalhas dentro do sistema imune. Selma Giorgio, p. 50, nº 150.
- (Imunologia) Novo caminho para a vacina contra a Aids. Amílcar Tanuri, p. 17, nº 148.
- (Imunologia) Resposta rápida contra a taturana assassina. Wilmar Dias da Silva, p. 69, nº 149.
- (Imunologia) Um remédio natural. Vera Rita da Costa, p. 56, nº 145.
- (Informática) A rede como mestre. Daniela Evelyn, p. 46, nº 146.
- (Informática) Até onde temer o *bug*? Bernardo Esteves, p. 49, nº 148.
- Inseticidas, Leite contaminado por. Danielle Nogueira, p. 57, nº 150.
- Instinto materno. Eliza Muto, p. 45, nº 146.
- Introns*, A promiscuidade dos. Rubens O. Nodari, p. 10, nº 147.
- (Irlanda) Uma chance para o entendimento (Nobel 1998). Francisco C. T. da Silva, p. 16, nº 145.
- Irresponsabilidade teórica e didática. Pedro Perini-Santos, p. 55, nº 147.
- Isopor, Bioespuma pode substituir. Bernardo Esteves, p. 65, nº 146.
- Juruatiba, uma restinga peculiar. Edélti F. Albertoni e Francisco de Assis Esteves, p. 61, nº 148.
- Lagoa urbana, As aves de uma. Maria Ali-
- ce S. Alves, Érika F. Pereira e Cristiane A. Giani, p. 66, nº 145.
- (Langsdorff) De volta ao coração do Brasil. Dagoberto Souto Maior, p. 42, nº 146.
- Laser evita danos no bebê. Paul Wymer, p. 53, nº 145.
- Leishmaniose?, Existe uma vacina contra a. Odair Genaro, p. 5, nº 148.
- Leite contaminado por inseticidas. Danielle Nogueira, p. 57, nº 150.
- (Literatura) O extraordinário que está nas pequenas coisas (Nobel 1998). Jorge F. da Silveira, p. 14, nº 145.
- Longa vida para os tubos de aço. Valquíria Daher, p. 67, nº 146.
- (Lua) Saudades do futuro. José Monserrat Filho, p. 74, nº 150.
- Luneta equatorial fotográfica e do fotoheliógrafo?, Quais as funções da. Tere-
- sinha Rodrigues, p. 5, nº 148.
- Luz e acendêssemos uma lanterna na mesma direção do movimento do trem, ela clarearia o outro lado da parede?, Se estivéssemos em um trem à velocidade da. Bernhard Lesche, p. 5, nº 146.
- Luz lenta. Moysés Nussenzweig, p. 19, nº 149.
- Mais perto dos órgãos artificiais. George Alexandre dos Reis, p. 10, nº 146.
- Mal da vaca louca, Uma luz para a versão humana do. Paul Wymer, p. 47, nº 146.
- Mal de Hashimoto?, O que é o. Leonardo Maurício Diniz, p. 4, nº 147.
- (Malthus) O espectro da fome e da desigualdade. Maurício C. Coutinho, p. 72, nº 145.
- Mar aberto, Pesquisa em. Fernando Paiva, p. 54, nº 145.
- Marilyn: um novo olhar sobre a Aids. Rodrigo C. Printes, p. 19, nº 148.
- (Matemática) O caos tem prova? Newton da Costa e Francisco A. Dória, p. 71, nº 149.
- Matéria (Nobel 1998), Quasipartículas: estados coletivos da. Carlos Alberto A. de Carvalho Fº, p. 10, nº 145.
- (Medicina) Esperança de recuperação para o fígado. Heliete Vaitzman, p. 47, nº 147.
- (Medicina) Laser evita danos no bebê. Paul Wymer, p. 53, nº 145.
- (Medicina) Mais perto dos órgãos artificiais. George A. dos Reis, p. 10, nº 146.
- (Medicina) O diagnóstico que sai da boca. Paul Wymer, p. 50, nº 147.
- (Medicina) O que é o mal de Hashimoto? Leonardo Maurício Diniz, p. 4, nº 147.
- (Medicina popular) Plantas que curam. Fernando Paiva, p. 53, nº 149.
- (Medicina) Um saca-rolha para o coração. Paul Wymer, p. 44, nº 146.
- (Medicina) Uma luz para a versão humana do mal da vaca louca. Paul Wymer, p. 47, nº 146.
- (Medicina) Uma molécula poderosa e uma enorme injustiça (Nobel 1998). Jamil Assreuy, p. 13, nº 145.
- Mel tenho enjões. O que pode causar esta reação?, Sempre que tomo qualquer tipo de. Paulo Nogueira-Neto, p. 4, nº 147.
- Mercúrio, Aguapé agrava contaminação por. Jane B. N. Mauro, Jean R. D. Guimarães e Ricardo Melamed, p. 68, nº 150.
- Molécula poderosa e uma enorme injustiça (Nobel 1998), Uma. Jamil Assreuy, p. 13, nº 145.
- Montanhosa no antigo Tocantins, Paisagem. Roberto B. de Carvalho, p. 54, nº 150.
- (Museologia) Ciência de portas abertas. Daniela Evelyn, p. 44, nº 147.
- (Naturalismo) De volta ao coração do Brasil. Dagoberto S. Maior, p. 42, nº 146.
- Neoeextrativismo, Amazônia: do extrativismo ao. José F. do Rêgo, p. 62, nº 147.
- (Neurologia) Pode um *chip* substituir uma área lesada no cérebro, exercendo pelo menos parte da função perdida? Maria Inês Nogueira e Adhemar Petri, p. 4, nº 150.
- (Nobel 1998), Desigualdade, pobreza e fome. Rodolfo Hoffmann, p. 17, nº 145.

- (Nobel 1998), Nova opção na pesquisa química. Peter Taylor, p. 12, nº 145.
- (Nobel 1998), O extraordinário que está nas pequenas coisas. Jorge F. da Silveira, p. 14, nº 145.
- (Nobel 1998), Quasepartículas: estados coletivos da matéria. Carlos Alberto A. de Carvalho F⁹, p. 10, nº 145.
- (Nobel 1998), Uma chance para o entendimento. Francisco C. T. da Silva, p. 16, nº 145.
- (Nobel 1998), Uma molécula poderosa e uma enorme injustiça. Jamil Assreuy, p. 13, nº 145.
- Nova lógica no controle de agrotóxicos. Tomaz Langenbach, p. 62, nº 150.
- Nova opção na pesquisa química (Nobel 1998). Peter Taylor, p. 12, nº 145.
- Novas propostas para o saneamento básico. Bianca da Encarnação, p. 52, nº 148.
- Novo caminho para a vacina contra a Aids. Amílcar Tanuri, p. 17, nº 148.
- Novos fantasmas das cidades grandes. Os. Eliza Muto, p. 52, nº 150.
- (Nutrição) Quais as diferenças entre a carne vermelha e a carne branca? Elizabeth L. Chicourel, p. 5, nº 145.
- (Oceanografia) Pesquisa em mar aberto, Fernando Paiva, p. 54, nº 145.
- Organoclorados, Guerra aos. Roberto B. de Carvalho, p. 48, nº 148.
- Órgãos artificiais, Mais perto dos. George Alexandre dos Reis, p. 10, nº 146.
- Ossos articulados possam se mover sem muito atrito? Que fatores permitem que dois. Eduardo Azzi, p. 5, nº 147.
- Outros alvos do vírus HIV, Os. Claudia Amorim, p. 50, nº 149.
- (Óxido nítrico) Uma molécula poderosa e uma enorme injustiça (Nobel 1998). Jamil Assreuy, p. 13, nº 145.
- Paisagem montanhosa no antigo Tocantins. Roberto B. de Carvalho, p. 54, nº 150.
- (Paleontologia) Fósseis na selva. Fernando Paiva, p. 42, nº 147.
- (Paleontologia) Sob a poeira do tempo. Kenitiro Suguio, p. 76, nº 146.
- (Paleontologia) Um inusitado elo com o passado. Bianca da Encarnação, p. 44, nº 148.
- (Partículas) Quasepartículas: estados coletivos da matéria (Nobel 1998). Carlos Alberto A. de Carvalho F⁹, p. 10, nº 145.
- Passado, De volta para o. Roberto S. Causo, p. 78, nº 146.
- (Paz) Uma chance para o entendimento (Nobel 1998). Francisco C. T. da Silva, p. 16, nº 145.
- (Pedra de Rosetta) Chave para os enigmas do Antigo Egito. Vera Rita da Costa, p. 68, nº 147.
- Perigo para a biodiversidade. Harold G. Fowler, p. 62, nº 145.
- Pesquisa em mar aberto, Fernando Paiva, p. 54, nº 145.
- Pesquisa química (Nobel 1998), Nova opção na. Peter Taylor, p. 12, nº 145.
- Pesquisa sem fronteiras. Danielle Nogueira e Fernando Paiva, p. 41, nº 147.
- Plantas que curam. Fernando Paiva, p. 53, nº 149.
- Pode um *chip* substituir uma área lesada do cérebro, exercendo pelo menos parte da função perdida? Maria Inês Nogueira e Adhemar Petri, p. 4, nº 150.
- (Política científica) Pesquisa sem fronteiras. Danielle Nogueira e Fernando Paiva, p. 41, nº 147.
- Política educacional do mendigo, A. Daniel J. L. Soares, p. 58, nº 148.
- (Poluição) Aguapé agrava contaminação por mercúrio. Jane B. N. Mauro, Jean R. D. Guimarães e Ricardo Melamed, p. 68, nº 150.
- Polição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas. Gilberto M. Amado Filho e outros, p. 46, nº 149.
- Poluídos, Um sobrevivente em rios. Franco Leandro de Souza e Augusto Shinya Abe, p. 59, nº 147.
- Ponto de ruptura. Marcelo Lara Resende, p. 62, nº 149.
- Por que a água de um copo evapora, se não chega aos 100°C? Belita Koiller, p. 4, nº 148.
- Por que a água que escorre pelo ralo de uma pia gira em sentidos inversos nos dois hemisférios? Carlos Maurício Chaves, p. 4, nº 150.
- Por que os animais sentem sono? Luiz Menna-Barreto, p. 4, nº 148.
- Promiscuidade dos *introns*, A. Rubens O. Nodari, p. 10, nº 147.
- Quadrinhos, Imaginário em transe: da ficção científica às histórias-em. Moacy Cirne, p. 70, nº 147.
- Quais as diferenças entre a carne vermelha e a carne branca? Elizabeth L. Chicourel, p. 5, nº 145.
- Quais as funções da luneta equatorial fotográfica e do fotoheliógrafo? Teresinha Rodrigues, p. 5, nº 148.
- Qual foi a alteração introduzida na soja transgênica e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a saúde humana? Rubens O. Nodari, p. 4, nº 146.
- Qualidades ocultas dos crustáceos, As. Danielle Nogueira, p. 47, nº 148.
- Quando os botos ganham uma identidade. José L. Pizzorno, Salvatore Siciliano e Sheila M. Simão, p. 65, nº 150.
- Quasepartículas: estados coletivos da matéria (Nobel 1998). Carlos Alberto A. de Carvalho F⁹, p. 10, nº 145.
- Que é o fenômeno da reversão sexual?, O. Silvio de Almeida Toledo-Filho, p. 5, nº 149.
- Que é o mal de Hashimoto?, O. Leonardo Maurício Diniz, p. 4, nº 147.
- Que é tempo de reação na engenharia de segurança de trânsito?, O. Osvaldo Quelhas, p. 5, nº 147.
- Que fatores permitem que dois ossos articulados possam se mover sem muito atrito? Eduardo Azzi, p. 5, nº 147.
- (Química) As qualidades ocultas dos crustáceos. Danielle Nogueira, p. 47, nº 148.
- (Química) Imprecisão no uso do bafômetro. Eliza Muto, p. 57, nº 145.
- Química (Nobel 1998), Nova opção na pesquisa. Peter Taylor, p. 12, nº 145.
- Químico novo? Ainda é possível descobrir algum elemento. Carlos Alberto L. Filgueiras, p. 5, nº 145.
- (Radiodatação) Sob a poeira do tempo. Kenitiro Suguio, p. 76, nº 146.
- Rede como mestre, A. Daniela Evelyn, p. 46, nº 146.
- 'Redescoberta' do celacanto, A. Paulo M. Brito, p. 64, nº 145.
- Remédio natural, Um. Vera Rita da Costa, p. 56, nº 145.
- Resposta rápida contra a taturana assassina. Wilmar Dias da Silva, p. 69, nº 149.
- Restinga peculiar, Jurubatiba, uma. Edélti F. Albertoni e Francisco de Assis Esteves, p. 61, nº 148.
- Reversão sexual?, O que é o fenômeno da. Silvio de Almeida Toledo-Filho, p. 5, nº 149.
- Rios brasileiros. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. Antonio P. Faria e Jorge S. Marques, p. 56, nº 146.
- Saneamento básico, Novas propostas para o. Bianca da Encarnação, p. 52, nº 148.
- Saudades do futuro. José Monserrat Filho, p. 74, nº 150.
- Saúde humana?, Qual foi a alteração introduzida na soja transgênica e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a. Rubens O. Nodari, p. 4, nº 146.
- (Saúde pública) Os novos fantasmas das cidades grandes. Eliza Muto, p. 52, nº 150.
- Saúvas escolhem seu alvo. Como as. Marcelo N. Schlindwein e Harold G. Fowler, p. 68, nº 148.
- Se estivéssemos em um trem à velocidade da luz e acendéssemos uma lanterna na mesma direção do movimento do trem, ela clarearia o outro lado da parede? Bernhard Lesche, p. 5, nº 146.
- Semi-árido, Biodiversidade e estabilidade em lagoas do. Leonardo Maltchik, p. 64, nº 148.
- Sempre que tomo qualquer tipo de mel tenho enjões. O que pode causar esta reação? Paulo Nogueira-Neto, p. 4, nº 147.
- Seria possível uma mesma galáxia aparecer aos nossos olhos mais de uma vez, ao mesmo tempo?, César Caretta, p. 4, nº 149.
- Simpáticas focas da Antártida, As. Edison Barbieri e outros, p. 65, nº 149.
- Sistema heliocêntrico?, Como Copérnico constatou e demonstrou o. Carlos Ziller, p. 4, nº 145.
- Sistema imune, Batalhas dentro do. Selma Giorgio, p. 50, nº 150.
- Sob a poeira do tempo. Kenitiro Suguio, p. 76, nº 146.
- Soja transgênica e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a saúde humana?, Qual foi a alteração introduzida na. Rubens O. Nodari, p. 4, nº 146.
- Sono?, Por que os animais sentem. Luiz Menna-Barreto, p. 4, nº 148.
- Stent* é considerado uma prótese vascular ou apenas uma variedade da angioplastia?, O. Cristina Almeida, p. 5, nº 150.
- Taturana assassina, Resposta rápida contra a. Wilmar Dias da Silva, p. 69, nº 149.
- (Tecnologia) Bioespuma pode substituir isopor. Bernardo Esteves, p. 65, nº 146.
- (Tecnologia) Cadeira de rodas é orientada pela cabeça. Danielle Nogueira, p. 79, nº 148.
- (Tecnologia) Como funciona um telefone celular? Qual a diferença entre celular digital e analógico e entre as bandas A e B? Paul Jean E. Jeszensky, p. 4, nº 145.
- (Tecnologia) Longa vida para os tubos de aço. Valquíria Daher, p. 67, nº 146.
- Telefone celular? Qual a diferença entre celular digital e analógico e entre as bandas A e B?, Como funciona um. Paul Jean E. Jeszensky, p. 4, nº 145.
- Tempo de reação na engenharia de segurança de trânsito?, O que é. Osvaldo Quelhas, p. 5, nº 147.
- Tocantins, Paisagem montanhosa no antigo. Roberto B. de Carvalho, p. 54, nº 150.
- (Toxicologia) Leite contaminado por inseticidas. Danielle Nogueira, p. 57, nº 150.
- (Toxicologia) Urânio nosso de cada dia, O. Roberto B. de Carvalho, p. 48, nº 149.
- (Trabalho infantil) Imagens contra os exterminadores do futuro. Alicia Ivanisevich, p. 46, nº 150.
- Transgênica e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a saúde humana?, Qual foi a alteração introduzida na soja. Rubens O. Nodari, p. 4, nº 146.
- Tubos de aço, Longa vida para os. Valquíria Daher, p. 67, nº 146.
- Último historiador marxista ortodoxo, O. Francisco José C. Falcon, p. 76, nº 148.
- Um inusitado elo com o passado. Bianca da Encarnação, p. 44, nº 148.
- Um remédio natural. Vera Rita da Costa, p. 56, nº 145.
- Um saca-rolha para o coração. Paul Wymer, p. 44, nº 146.
- Um sobrevivente em rios poluídos. Franco Leandro de Souza e Augusto Shinya Abe, p. 59, nº 147.
- Uma chance para o entendimento (Nobel 1998). Francisco C. Teixeira da Silva, p. 16, nº 145.
- Uma curiosa estrutura nas células. Luciana Correa, Lineu Calderazzo e Marina Bentivoglio, p. 74, nº 145.
- Uma luz para a versão humana do mal da vaca louca. Paul Wymer, p. 47, nº 146.
- Uma molécula poderosa e uma enorme injustiça (Nobel 1998). Jamil Assreuy, p. 13, nº 145.
- (Universidade) A rede como mestre. Daniela Evelyn, p. 46, nº 146.
- (Universidade) Ciência de portas abertas. Daniela Evelyn, p. 44, nº 147.
- Urânio nosso de cada dia, O. Roberto Barros de Carvalho, p. 48, nº 149.
- Vacina contra a Aids, Novo caminho para a. Amílcar Tanuri, p. 17, nº 148.
- Vacina contra a leishmaniose?, Existe uma. Odair Genaro, p. 5, nº 148.
- (Virologia) Marilyn: um novo olhar sobre a Aids. Rodrigo C. Printes, p. 19, nº 148.
- Vírus, Em dia com os. Bernardo Esteves, p. 48, nº 147.
- Vírus HIV, Os outros alvos do. Claudia Amorim, p. 50, nº 149.
- (Werneck Sodré) O último historiador marxista ortodoxo. Francisco José C. Falcon, p. 76, nº 148.
- (Zoologia) Quando os botos ganham uma identidade. José L. Pizzorno, Salvatore Siciliano e Sheila M. Simão, p. 65, nº 150.
- (Zoologia) Um sobrevivente em rios poluídos. Franco Leandro de Souza e Augusto Shinya Abe, p. 59, nº 147.

AUTORES

- ABE, Augusto S. e Franco L. de Souza. Um sobrevivente em rios poluídos, p. 59, nº 147.
- AGUIAR, Carlos E. A ilha dos elementos superpesados, p. 56, nº 150.
- ALBERTONI, Edélti F. e Francisco de A. Esteves. Jurubatiba, uma restinga peculiar, p. 61, nº 148.
- ALHO, Cleber J. R. Extrativismo na Amazônia: proteção da floresta + benefícios sociais, p. 30, nº 150.
- ALMEIDA, Cristina. O *stent* é considerado uma prótese vascular ou apenas uma variedade da angioplastia?, p. 5, nº 150.
- ALVES, Dalton L. F. Como age a aspirina?, p. 4, nº 146.
- ALVES, Maria Alice S. e outros. As aves de uma lagoa urbana, p. 66, nº 145.
- AMADO F⁹, Gilberto e outros. Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas, p. 46, nº 149.
- AMORIM, Claudia. Os outros alvos do vírus HIV, p. 50, nº 149.
- ARAÚJO, Aldo M. de. Muito além das 'caras e bocas', p. 74, nº 146. Resenha do livro *The expressions of the emotions in man and animals*, de Charles Darwin.
- ASSIS, Jesus de Paula. Estilo aerodinâmico: uma antiga visão do futuro, p. 78, nº 145.
- ASSREUY, Jamil. Uma molécula poderosa e uma enorme injustiça (Nobel 1998), p. 13, nº 145.
- AZZI, Eduardo. Que fatores permitem que dois ossos articulados possam se mover sem muito atrito?, p. 5, nº 147.
- BARBIERI, Edison e outros. As simpáticas focas da Antártida, p. 65, nº 149.
- BATALHA, Ben Hur L. Ameaça microscópica na água potável, p. 28, nº 145.
- BENTIVOGLIO, Marina e outros. Uma curiosa estrutura nas células, p. 74, nº 145.
- BERNACCI, Luís Carlos e outros. Caminhos da biodiversidade, p. 62, nº 146.
- BLEY Jr., Cícero. Erosão solar: riscos para a agricultura nos trópicos, p. 24, nº 148.
- BONOMO, Adriana e outros. Antônio Coutinho (entrevista), Um sistema sem desígnios e eternamente jovem, p. 6, nº 148.
- BRITO, Paulo M. A 'redescoberta' do celacanto, p. 64, nº 145.
- CALDERAZZO, Lineu e outros. Uma curiosa estrutura nas células, p. 74, nº 145.
- CALIFE, Jorge L. Futuros 'espíritos de porco', Os, p. 74, nº 149. Resenha do livro *A lição de Prático*, de Maurício Luz.
- CARETTA, César. Seria possível uma mesma galáxia aparecer aos nossos olhos mais de uma vez, ao mesmo tempo?, p. 4, nº 149.
- CARVALHO, Gislene A. Guia completo das abelhas sem ferrão, p. 70, nº 145. Resenha do livro *Vida e criação das abelhas indígenas sem ferrão*, de Paulo Nogueira-Neto.
- CARVALHO, Roberto B. Guerra aos organoclorados, p. 48, nº 148.
- O urânio nosso de cada dia, p. 48, nº 149.
- Paisagem montanhosa no antigo Tocantins, p. 54, nº 150.
- CARVALHO F⁹, Carlos Alberto A. Quasepartículas: estados coletivos da matéria (Nobel 1998), p. 10, nº 145.

- CAUSO, Roberto S. De volta para o passado, p. 78, nº 146.
- CHAVES, Carlos M. Por que a água que escorre pelo ralo de uma pia gira em sentidos inversos nos dois hemisférios?, p. 4, nº 150.
- CHAVES, Mario L. S. C. e Darcy P. Svisero. Diamantes de Minas Gerais: qual terá sido o caminho das pedras?, p. 22, nº 150.
- CHIARELLO, Adriano G. Preguiça-de-coleira: segredos de uma espécie ameaçada, p. 16, nº 147.
- CHICOUREL, Elizabeth L. Quais as diferenças entre a carne vermelha e a carne branca?, p. 5, nº 145.
- CIRNE, Moacy. Imaginário em transe: da ficção científica às histórias-em-quadrinhos, p. 70, nº 147.
- CORREIA, Luciana e outros. Uma curiosa estrutura nas células, p. 74, nº 145.
- COSTA, Newton e Francisco A. Doria, O caos tem prova?, p. 71, nº 149.
- COSTA, Vera Rita. Chave para os enigmas do Antigo Egito, p. 68, nº 147.
- Jorge Wilhelm (entrevista). A incerteza do futuro nas urbes, p. 6, nº 150.
- Um remédio natural, p. 56, nº 145.
- COUGO-PINTO, Marcus V. e outros. Tormenta no vazio, p. 26, nº 146.
- COUTINHO, Maurício C. O espectro da fome e da desigualdade, p. 72, nº 145.
- COUTINHO, Ricardo e outros. Araruama: uma lagoa ameaçada, p. 24, nº 149.
- DAHER, Valquíria. Longa vida para os tubos de aço, p. 67, nº 146.
- DAHER, Valquíria e outros. Yves LeGrand (entrevista). Novas armas contra um inimigo versátil, p. 6, nº 146.
- DE PAULA, João A. Padre Henrique Cláudio de Lima Vaz (perfil). A dignidade da razão, p. 68, nº 146.
- DE PAULA, Leandro e Miriam Gandelman. A assimetria do universo: por que existe mais matéria do que antimatéria?, p. 30, nº 148.
- DIAS DA SILVA, Wilmar. Resposta rápida contra a taturana assassina, p. 69, nº 149.
- DIAS, Gutemberg P. Os biodigestores funcionam bem?, p. 4, nº 149.
- DINIZ, Leonardo M. O que é o mal de Hashimoto?, p. 4, nº 147.
- DORIA, Francisco A. e Newton da Costa. O caos tem prova?, p. 71, nº 149.
- ENCARNAÇÃO, Bianca. Novas propostas para o saneamento básico, p. 52, nº 148.
- Um inusitado elo com o passado, p. 44, nº 148.
- ENCARNAÇÃO, Bianca e outros. Warren Wiscombe (entrevista). De olho na Terra, p. 6, nº 147.
- ESTEVEZ, Bernardo. Até onde temer o bug?, p. 49, nº 148.
- Biotossina pode substituir isopor, p. 65, nº 146.
- Em dia com os vírus, p. 48, nº 147.
- ESTEVEZ, Bernardo e Márcia D. Wigg. John Oxford (entrevista). Pandemias são como vulcões, p. 8, nº 149.
- ESTEVEZ, Francisco de A. e Edélti F. Albertoni. Jurubatiba, uma restinga peculiar, p. 61, nº 148.
- EVELYN, Daniela. A rede como mestre, p. 46, nº 146.
- Ciência de portas abertas, p. 44, nº 147.
- FALCON, Francisco J. C. O último historiador marxista ortodoxo, p. 76, nº 148.
- FARIA, Antonio e Jorge S. Marques. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros, p. 56, nº 146.
- FARINA, Carlos e outros. Tormenta no vazio, p. 26, nº 146.
- FERREIRA, Rodrigo L. e Rogério P. Martins. Guano de morcegos: fonte de vida nas cavernas, p. 34, nº 146.
- FIDELI, Finísia. A face feminina da FC, p. 74, nº 148.
- FILGUEIRAS, Alberto L. Ainda é possível descobrir algum elemento químico novo?, p. 5, nº 145.
- FOGUEL, Débora e outros. Yves LeGrand (entrevista). Novas armas contra um inimigo versátil, p. 6, nº 146.
- FOWLER, Harold G. Perigo para a biodiversidade, p. 62, nº 145.
- FOWLER, Harold G. e Marcelo N. Schlindwein. Como as saúvas escolhem seu alvo, p. 68, nº 148.
- GANDELMAN, Miriam e Leandro de Paula. A assimetria do universo: por que existe mais matéria do que antimatéria?, p. 30, nº 148.
- GENARO, Odair. Existe uma vacina contra a leishmaniose?, p. 5, nº 148.
- GIANI, Cristiane A. e outros. As aves de uma lagoa urbana, p. 66, nº 145.
- GIORGIO, Selma. Batalhas dentro do sistema imune, p. 50, nº 150.
- GOLDENBERG, Renato e outros. Caminhos da biodiversidade, p. 62, nº 146.
- GOMES, Vicente e outros. As simpáticas focas da Antártida, p. 65, nº 149.
- GUIMARÃES, Jean Remy D. e outros. Agupapé agrava contaminação por mercúrio, p. 68, nº 150.
- GUZZO, Marcelo M. e Adriano A. Natale. Neutrinos: partículas onipresentes e misteriosas, p. 32, nº 147.
- HOFFMANN, Rodolfo. Desigualdade, pobreza e fome (Nobel 1998), p. 17, nº 145.
- HORTA, Maria de Fátima e John D. Young. Apoptose: quando a célula programa a própria morte, p. 38, nº 150.
- HWA, Lee W. e Igor Polikarpov. Mais luz sobre os segredos das proteínas, p. 32, nº 149.
- IVANISSEVICH, Alicia. Imagens contra os exterminadores do futuro, p. 46, nº 150.
- IVANISSEVICH, Alicia e outros. Antônio Coutinho (entrevista). Um sistema sem desígnios e eternamente jovem, p. 6, nº 148.
- IZQUIERDO, Iván. Os labirintos da memória, p. 38, nº 148.
- JESZESKY, Paul Jean E. Como funciona um telefone celular? Qual a diferença entre celular digital e analógico e entre as bandas A e B?, p. 4, nº 145.
- KJERFVE, Björn e outros. Araruama: uma lagoa ameaçada, p. 24, nº 149.
- KNOPPERS, Bastiaan e outros. Araruama: uma lagoa ameaçada, p. 24, nº 149.
- KOILLER, Belita. Por que a água de um copo evapora, se não chega aos 100°C?, p. 4, nº 148.
- LACERDA, Luiz Drude. Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas, p. 46, nº 149.
- LANGENBACH, Tomaz. Nova lógica no controle de agrotóxicos, p. 62, nº 150.
- LARA RESENDE, Marcelo. Ponto de ruptura, p. 62, nº 149.
- LA ROVERE, Emilio L. Impasse na proteção do clima, p. 52, nº 146.
- LA ROVERE, Emilio L. e outros. Warren Wiscombe (entrevista). De olho na Terra, p. 6, nº 147.
- LEITE, Yonne. Português sem dor, p. 66, nº 147.
- Resenha do livro *Sofrendo a gramática - Ensaios sobre a linguagem*, de Mário A. Perini.
- LESCHÉ, Bernhard. Se estivéssemos em um trem à velocidade da luz e acendéssemos uma lanterna na mesma direção do movimento do trem, ela clarearia o outro lado da parede?, p. 5, nº 146.
- LUMMERZHEIM, Marie e outros. A defesa das plantas contra as doenças, p. 24, nº 147.
- MALTCHIK, Leonardo. Biodiversidade e estabilidade em lagoas do semi-árido, p. 64, nº 148.
- MARGIS-PINHEIRO, Márcia e outros. A defesa das plantas contra as doenças, p. 24, nº 147.
- MARQUES, Jorge S. e Antonio Faria. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros, p. 56, nº 146.
- MARTINS, Rogério P. e Rodrigo L. Ferreira. Guano de morcegos: fonte de vida nas cavernas, p. 34, nº 146.
- MAURO, Jane B. N. e outros. Agupapé agrava contaminação por mercúrio, p. 68, nº 150.
- MEDEIROS, Carlos Aguiar. A crise de 1929: há 70 anos a economia mundial entra em colapso, p. 76, nº 149.
- MELAMED, Ricardo e outros. Agupapé agrava contaminação por mercúrio, p. 68, nº 150.
- MENNA-BARRETO, Luiz. Por que os animais sentem sono?, p. 4, nº 148.
- METZER, Jean Paul e outros. Caminhos da biodiversidade, p. 62, nº 146.
- MONSERRAT Fª, José. Saudades do futuro, p. 74, nº 150.
- MORANDI, Verônica e outros. Yves LeGrand (entrevista). Novas armas contra um inimigo versátil, p. 6, nº 146.
- MOREIRA, Ildeu C. e outros. Alan Sokal (entrevista). Imposturas passadas a limpo, p. 6, nº 145.
- MUEHE, Dieter e outros. Araruama: uma lagoa ameaçada, p. 24, nº 149.
- MUTO, Eliza. Imprecisão no uso do bafômetro, p. 57, nº 145.
- Instinto materno, p. 45, nº 146.
- Os novos fantasmas das cidades grandes, p. 52, nº 150.
- NATALE, Adriano A. e Marcelo M. Guzzo. Neutrinos: partículas onipresentes e misteriosas, p. 32, nº 147.
- NGAN, Phan Van e outros. As simpáticas focas da Antártida, p. 65, nº 149.
- NODARI, Rubens O. Qual foi a alteração introduzida na soja transgênica e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a saúde humana?, p. 4, nº 146.
- A promiscuidade dos introns, p. 10, nº 147.
- NOGUEIRA, Danielle. A Amazônia de Carlos Chagas hoje, p. 50, nº 145.
- As qualidades ocultas dos crustáceos, p. 47, nº 148.
- Cadeira de rodas é orientada pela cabeça, p. 79, nº 148.
- Leite contaminado por inseticidas, p. 57, nº 150.
- NOGUEIRA, Danielle e Fernando Paiva. Pesquisa sem fronteiras, p. 41, nº 147.
- NOGUEIRA, Maria Inês e Adhemar Petri. Pode um chip substituir uma área lesada no cérebro, exercendo pelo menos parte da função perdida?, p. 4, nº 150.
- NOGUEIRA-NETO, Paulo. Sempre que tomo qualquer tipo de mel tenho enjoos. O que pode causar esta reação?, p. 4, nº 147.
- NUSSENZVEIG, Micheline e outros. Warren Wiscombe (entrevista). De olho na Terra, p. 6, nº 147.
- NUSSENZVEIG, Moisés. Luz lenta, p. 19, nº 149.
- OLIVEIRA, Dulce E. e outros. A defesa das plantas contra as doenças, p. 24, nº 147.
- OLIVEIRA-DOS-SANTOS, Antonio J. Animais transgênicos e nocauts: soluções para muitos enigmas, p. 16, nº 146.
- PAIVA, Fernando. Fósseis na selva, p. 42, nº 147.
- Pesquisa em mar aberto, p. 54, nº 145.
- Plantas que curam, p. 53, nº 149.
- PAIVA, Fernando e Danielle Nogueira. Pesquisa sem fronteiras, p. 41, nº 147.
- PAIVA, Fernando e outros. Alan Sokal (entrevista). Imposturas passadas a limpo, p. 6, nº 145.
- PEREIRA, Érika F. e outros. As aves de uma lagoa urbana, p. 66, nº 145.
- PERINI-SANTOS, Pedro. Irresponsabilidade teórica e didática, p. 55, nº 147.
- PETRI, Adhemar e Maria Inês Nogueira. Pode um chip substituir uma área lesada no cérebro, exercendo pelo menos parte da função perdida?, p. 4, nº 150.
- PIZZORNO, José L. e outros. Quando os botos ganham uma identidade, p. 65, nº 150.
- POLIKARPOV, Igor e Lee W. Hwa. Mais luz sobre os segredos das proteínas, p. 32, nº 149.
- PRINTES, Rodrigo C. Marilyn: um novo olhar sobre a Aids, p. 19, nº 148.
- PROUS, André. Povoamento das Américas: um debate sem fim, p. 40, nº 149.
- QUELHAS, Osvaldo. O que é tempo de reação na engenharia de segurança de trânsito?, p. 5, nº 147.
- RÊGO, José Fernandes. Amazônia: do extrativismo ao neoestrativismo, p. 62, nº 147.
- REIS, George A. Mais perto dos órgãos artificiais, p. 10, nº 146.
- REZENDE, Carlos E. e outros. Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas, p. 46, nº 149.
- RIBEIRO, Paulo e outros. Araruama: uma lagoa ameaçada, p. 24, nº 149.
- ROCHA, João Cezar C. Cinco séculos de antropofagia, p. 44, nº 145.
- RODRIGUES, Teresinha. Quais as funções da luneta equatorial fotográfica e do fotoheliógrafo?, p. 5, nº 148.
- SANDRONI, Mariana e outros. A defesa das plantas contra as doenças, p. 24, nº 147.
- SCHLINDWEIN, Marcelo N. e Harold G. Fowler. Como as saúvas escolhem seu alvo, p. 68, nº 148.
- SICILIANO, Salvatore e outros. Quando os botos ganham uma identidade, p. 65, nº 150.
- SILVEIRA, Jorge F. O extraordinário que está nas pequenas coisas (Nobel 1998), p. 14, nº 145.
- SIMÃO, Sheila M. e outros. Quando os botos ganham uma identidade, p. 65, nº 150.
- SOARES, Daniel J. L. A política educacional do mendigo, p. 58, nº 148.
- SOUTO MAIOR, Dagoberto. De volta ao coração do Brasil, p. 42, nº 146.
- SOUZA, Franco L. e Augusto S. Abe. Um sobrevivente em rios poluídos, p. 59, nº 147.
- SUGUIO, Kenitiro. Sob a poeira do tempo, p. 76, nº 146.
- SVISERO, Darcy P. e Mario L. S. C. Chaves. Diamantes de Minas Gerais: qual terá sido o caminho das pedras?, p. 22, nº 150.
- TANURI, Amílcar. Novo caminho para a vacina contra a Aids, p. 17, nº 148.
- TAYLOR, Peter. Nova opção na pesquisa química (Nobel 1998), p. 12, nº 145.
- TEIXEIRA DA SILVA, Francisco C. Uma chance para o entendimento (Nobel 1998), p. 16, nº 145.
- TOLEDO-FILHO, Sílvio de A. O que é o fenômeno da reversão sexual?, p. 5, nº 149.
- TORT, Alexandre e outros. Tormenta no vazio, p. 26, nº 146.
- VAITSMAN, Heliete. Esperança de recuperação para o figado, p. 47, nº 147.
- VALENTIN, Jean Louis e outros. Araruama: uma lagoa ameaçada, p. 24, nº 149.
- VELHO, L. Uma história irreverente e nada convencional, p. 72, nº 148.
- Resenha do livro *Dancing naked in the mind field*, de Kary Mullis.
- VIDEIRA, Antonio A. P. A gênese do *Big Bang*, p. 36, nº 145.
- Em defesa do ensino e da pesquisa, p. 72, nº 150.
- Resenha do livro *Ciência e liberdade*, de José Leite Lopes.
- VIDEIRA, Antonio A. P. e outros. Alan Sokal (entrevista). Imposturas passadas a limpo, p. 6, nº 145.
- VIEIRA, Cássio L. e outros. Alan Sokal (entrevista). Imposturas passadas a limpo, p. 6, nº 145.
- VIEIRA, Cássio L. e outros. Antônio Coutinho (entrevista). Um sistema sem desígnios e eternamente jovem, p. 6, nº 148.
- WIGG, Márcia D. e Bernardo Esteves. John Oxford (entrevista). Pandemias são como vulcões, p. 8, nº 149.
- WYMER, Paul. *Laser* evita danos no bebê, p. 53, nº 145.
- O diagnóstico que sai da boca, p. 50, nº 147.
- Um saca-rolha para o coração, p. 44, nº 146.
- Uma luz para a versão humana do mal da vaca louca, p. 47, nº 146.
- YOUNG, John D. e Maria F. Horta. Apoptose: quando a célula programa a própria morte, p. 38, nº 150.
- ZILLER, Carlos. Como Copérnico constatou e demonstrou o sistema heliocêntrico?, p. 4, nº 145.



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

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



www.petrobras.com.br

QUALIDADE SEM LIMITES. COMPROMISSO PETROBRAS.

Dialdata,

O STI, utilizado por 4% das empresas, obteve a mesma média.

O grande perdedor entre os provedores foi a IBM. Perdeu a liderança no mercado e caiu significativamente na avaliação de seus usuários: teve a melhor nota no ano passado e agora amarga a sexta posição.

O serviço mais usado na Internet é o correio eletrônico, com 70% das citações. Em seguida, mas bem distante em citações, aparece o item pesquisas/consultas a fornecedores/equipamentos/mercados em geral, com 16%.

Os melhores
Nota média, resposta estimulada e única, em

Dialdata
STI
Universo Online
Originet
Mandic

A imagem dos fabricantes
Resposta espontânea e única, em %

46 ————— 43

46

dialdata
internet systems

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