

Os jogos da memória

O misterioso destino da antimatéria

Erosão solar, perigo nas terras tropicais



ISSN 0101-8515



00148



9770101851009



Você sabe o que é a Fundação Bradesco?



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



Fundação Bradesco

Memória, essa ilustre desconhecida

Talvez nunca consigamos desvendar os mistérios da memória humana nem chegemos a conhecer o íntimo de sua natureza — essa característica particular que faz com que cada pessoa seja exclusivamente quem é. Mas pesquisas feitas nos últimos três anos forneceram dados significativos sobre os mecanismos envolvidos nos diferentes tipos de memória. Já se sabe, por exemplo, quais fatores regulam algumas formas de memória e através de que processos bioquímicos isso acontece. Tais informações já permitem encarar seu estudo de forma mais organizada e científica e dão alguns indícios dos caminhos a serem tomados para prevenir as demências e a conseqüente perda cognitiva.

Um evento do qual o homem não poderia guardar memória é a grande explosão que teria dado origem ao universo, o *Big Bang*. Nesse momento inicial, o universo era formado apenas por energia, sob forma de radiação. Aos poucos, matéria e antimatéria teriam sido criadas em quantidades idênticas. Mas o encontro de uma com a outra levaria necessariamente a seu aniquilamento, fazendo com que o que era massa retornasse à condição de radiação. Tudo o que existe hoje no universo, no entanto, é a prova concreta de que a matéria sobreviveu a essa aniquilação precoce. O que teria acontecido então com a antimatéria? O mais potente acelerador de partículas em construção na Europa, projetado para entrar em operação em 2005, permitirá realizar experiências — o Brasil participará de algumas — que podem ajudar a elucidar essa questão.

Entre os desafios futuros para manter a sobrevivência da espécie humana, o aumento na produção de alimentos é um dos mais prementes. Para atender a essa necessidade, é preciso ocupar novas fronteiras agrícolas e melhorar a produtividade da terra. Isso, entretanto, não tem sido fácil: à medida que se abrem novas frentes de exploração, provoca-se grande impacto ambiental, com perda da fertilidade natural e conseqüente aumento da desertificação. Um dos fatores que contribuem para agravar esse processo não tem recebido a atenção que merece: a ação do Sol. Seu potencial destrutivo em solo brasileiro é mais forte do que se costuma levar em conta. Hoje é impossível pensar em produtividade sem considerar o fenômeno da erosão solar.

A redação

PROJETO CIÊNCIA HOJE

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

CONSELHO DIRETOR

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

Secretária
Diretor Executivo
Editores Científicos

CIÊNCIA HOJE • SBPC

REDAÇÃO

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

Alicia Ivanishevich
Valquíria Daher
Ricardo Menandro
Micheline Nussenzeig
Bianca da Encarnação, Danielle Nogueira e Fernando Paiva
Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Theresa Coelho
Bernardo Esteves, Eliza Muto e Finisla Fideli (reportagem),
Cássio Leite Vieira (edição)

ARTE

Diretora de Arte
Programação Visual
Computação Gráfica
Secretária

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

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE
Coordenador Científico
Correspondente

Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG)
Roberto Barros de Carvalho (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br)
End.: Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG
Caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG.
Tel.: (031) 499-2862 e Telefax: (031) 443-5346

SÃO PAULO
Correspondente

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

REPRESENTAÇÕES

BRASÍLIA
Coordenadora Científica

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

SALVADOR
Coordenador Científico

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

PUBLICIDADE

Diretor Comercial
Supervisora de Operações
Contato Comercial

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA
PROJETO NORDESTE

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

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Produtora
Pessoal de Apoio

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

ASSINATURAS

Gerente de Circulação
Assistente
Pessoal de Apoio

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

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

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

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

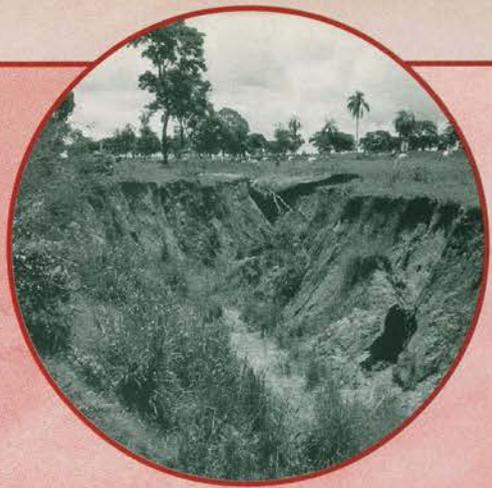
Redação

**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

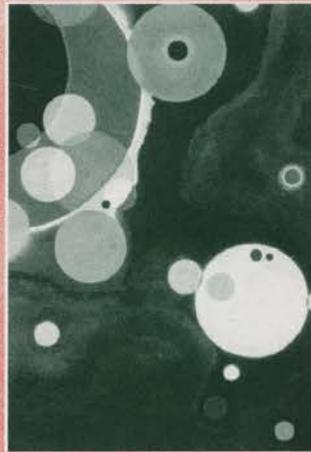


Erosão solar: risco para a agricultura nos trópicos

24

A produção agrícola em regiões tropicais vem sendo comprometida por processos de perda da fertilidade e de desertificação. A radiação solar contribui para isso, mas a ciência do solo clássica subestima seus efeitos, que deveriam ser levados em conta em países como o Brasil.

Por Cicero Bley Jr.



A assimetria do universo: por que existe mais matéria do que antimatéria?

30

Segundo a teoria do *Big Bang*, no início do universo matéria e antimatéria teriam sido criadas em quantidades iguais. Mas hoje, ao que tudo indica, há um excesso de matéria. Saber como ocorreu esse desequilíbrio é um dos grandes desafios da física atual.

Por Leandro de Paula
e Miriam Gandelman



Os labirintos da memória

38

Pesquisas recentes vêm revelando como funcionam os diversos tipos de memória, em que áreas cerebrais se situam e quais as moléculas envolvidas. Os novos dados indicam que, em futuro próximo, será possível obter formas de melhorar a memória e de prevenir ou corrigir disfunções.

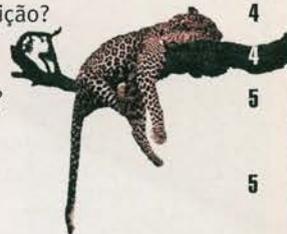
Por Ivã Izquierdo



Capa: ilustração Luiz Baltar

O LEITOR PERGUNTA

- Por que a água de um copo evapora se não chega aos 100°C, o ponto de ebulição? 4
- Por que os animais sentem sono? 4
- Existe uma vacina contra a leishmaniose? 5
- Quais as funções da luneta equatorial fotográfica e do fotoheliógrafo? 5



ENTREVISTA

Antônio Coutinho

Um sistema sem desígnios e eternamente jovem

6



MUNDO DE CIÊNCIA

Novo caminho para a vacina contra a Aids

19

EM DIA

Um inusitado elo com o passado

44

As qualidades ocultas dos crustáceos

47

Guerra aos organoclorados

48

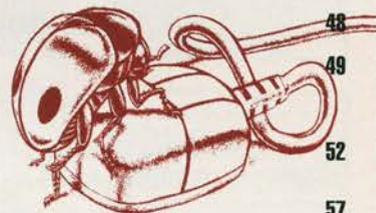
Até onde temer o bug?

49

Novas propostas

para o saneamento básico

52



EM FOCO

57

OPINIÃO

A política educacional do mendigo

58

PRIMEIRA LINHA

Jurubatiba, uma restinga peculiar

61

Biodiversidade e estabilidade

em lagoas do semi-árido

64

Como as saúvas escolhem seu alvo

68



RESENHA

Uma história irreverente e nada convencional

72

FICÇÃO

A face feminina da FC

74



MEMÓRIA

O último historiador marxista ortodoxo

76

TECNOLOGIA

Cadeira de rodas é orientada pela cabeça

79

CARTAS

80

? Por que a água de um copo **evapora** se não chega aos 100°C, o ponto de ebulição?

LUÍZ SOUTO, FORTALEZA/CE

A evaporação da água num copo é um fenômeno distinto da ebulição da água, que ocorre aos 100°C à pressão atmosférica. A qualquer temperatura as moléculas da água no estado líquido se movimentam e colidem entre si, efetuando constantemente trocas de energia. Eventualmente uma molécula na superfície da água adquire energia suficiente para escapar da atração das demais moléculas, sendo ejetada para fora da massa líquida. A evaporação é uma sucessão de eventos como esse. Trata-se, portanto, de um conjunto de fenômenos não relacionados: moléculas



que, individualmente, escapam do líquido.

A evaporação da água do mar ou lagos é responsável pela formação das nuvens. Já a ebulição é um fenômeno coletivo: à temperatura de ebulição, todas as moléculas da água adquirem energia suficiente para escapar da atração mútua, ocorrendo uma transição da substância do estado líquido para o estado gasoso.

Belita Koiller

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

? Por que os **animais** sentem **sono**? Dada a evolução dos organismos, não poderiam permanecer em vigília 24 horas?

JOÃO SILVEIRA, POR E.MAIL

Nem tudo o que caracteriza os seres vivos reflete necessariamente uma utilidade ou função. Os exemplos da cauda do pavão e do apêndice cecal humano ilustram bem essa afirmativa. Será que nosso sono, o de quase todos os mamíferos ou das aves pode ser considerado um acessório sem 'utilidade' do ponto de vista da sobrevivência dos organismos? Tudo indica que não. Mas se indagarmos sobre a utilidade do sono para quem estuda o assunto, provavelmente a resposta será que não há apenas uma mas muitas utilidades.

Uma delas diz respeito à

coincidência entre sono e certas atividades orgânicas, como a secreção de vários hormônios em mamíferos. O sono não é responsável pela produção e liberação desses hormônios, mas sem dúvida os intensifica. Tal constatação caracteriza o papel do sono como facilitador dos processos de produção desses hormônios.

Outra utilidade aparente do sono é sua capacidade de propiciar distintos modos de funcionamento do cérebro durante uma noite, que se manifestam sob a forma de estágios: sono superficial, sono profundo e sono paradoxal. Esses dois últimos apresentam o que se convencionou chamar de 'efeito rebote': um indivíduo privado de uma noite de sono compensa essa privação na noite seguinte, exibindo preferencialmente os dois estágios. O sono parece estar ligado à capacidade do cérebro de adquirir e resgatar informações, como atestam os experimentos que associam sono e memória. Além de dificultar a aprendizagem, a falta de sono induz modificações impor-

tantes no humor das pessoas.

Tais fatos mostram a importância do sono e talvez expliquem sua presença em diversas espécies. Em invertebrados, embora seja discutível chamar o estado de inatividade de sono, a alternância entre atividade e repouso é uma regra. A suposta 'inutilidade' do sono não tem, pois, fundamento científico, adequando-se a um tipo de mentalidade que só entende a funcionalidade dos fenômenos biológicos quando estes têm relação imediata de causa e efeito. Por outro lado, permanecer em vigília constante não é compatível com a especialização de animais de hábitos diurno e noturno. Os primeiros seriam presas fáceis de eventuais predadores noturnos. Você já se imaginou fugindo de uma onça na floresta em plena noite escura?

Luiz Menna-Barreto

*Grupo Multidisciplinar
de Desenvolvimento
e Ritmos Biológicos,
Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade de São Paulo*



? Existe uma vacina contra a leishmaniose?

WENDEL ÁLVARES DA SILVA, BELO HORIZONTE/MG

A leishmaniose é uma doença endêmica no Brasil e em várias partes do mundo, apresentando duas formas clínicas básicas: cutânea e visceral, ambas transmitidas por um inseto hematófago, o flebótomo. Como seu controle é de difícil execução, a existência de vacinas seria, além de outras medidas tradicionais, mais uma forma de combate à doença.

Atualmente, nosso laboratório em Belo Horizonte está conduzindo diversos estudos, coordenados por Wilson Mayrink, sobre duas vacinas. A primeira, que protege cerca de 60% das pessoas vacinadas contra a leishmaniose cutânea, está em fase de testes clínicos na Colômbia e no Equador, com apoio da Organização Mundial da Saúde. Estudos recentes feitos nos Estados Unidos com macacos *Rhesus* mostraram proteção de 100% quando a vacina era associada à citocina IL12 (substância produzida por linfócitos que estimula o sistema imune). Um novo ensaio clínico será feito no Brasil ainda este ano. Essa vacina tem sido usada com sucesso no tratamento (imunoterapia) de pacientes que não podem usar o medicamento tradicional (antimoniais pentavalentes) e de imunodeprimidos (principalmente pessoas HIV positivas).

Com relação à leishmaniose visceral, procura-se no momento

uma vacina contra a doença no cão. Testes de laboratório revelaram uma proteção desse animal da ordem de 90%. Atualmente está sendo feito um ensaio clínico em Montes Claros (MG) envolvendo 4 mil cães. Os resultados serão conhecidos no fim do ano. Outros pesquisadores brasileiros (Clarisa Palatnik, da UFRJ, e Paulo Andrade, da UFPE) também estão desenvolvendo vacinas contra a doença no cão, com resultados promissores.

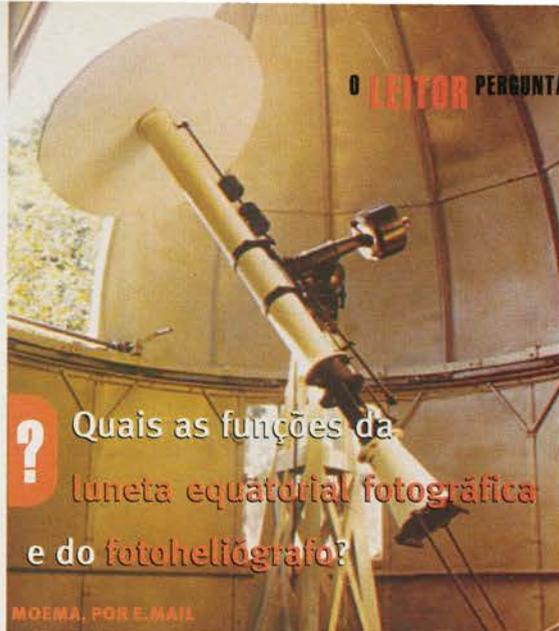
Atualmente também estamos estudando a epidemiologia da leishmaniose visceral canina e seu controle; a possibilidade de transmissão congênita em cadelas prenhas com leishmaniose; a eficácia de um novo e revolucionário método de diagnóstico rápido da doença (em colaboração com Roberto Badaró, da UFBA); a resposta imunológica de pacientes humanos e de cães doentes; além de fazer ensaios clínicos para avaliar esquemas terapêuticos para tratamento do cão doente.

Odair Genaro

Departamento de Parasitologia,
Universidade Federal
de Minas Gerais



Leishmania, parasita causador da doença endêmica no Brasil



? Quais as funções da luneta equatorial fotográfica e do foteheliógrafo?

MOEMA, POR E-MAIL

A luneta equatorial fotográfica tem como função fotografar o céu, sendo usada de modo eficiente desde a segunda metade do século 19. A palavra 'luneta' é usada como sinônimo de telescópio refrator, ou seja, sua objetiva é formada por uma lente ou um sistema de lentes. É chamada 'equatorial' porque é montada de forma a alinhar o seu eixo paralelamente ao eixo da Terra. A câmera fotográfica é acoplada à lente ocular e, para possibilitar fotografias de longa exposição, a luneta deve ser provida de um mecanismo de relojoaria que a faça acompanhar o movimento do astro focalizado.

O foteheliógrafo é uma luneta de montagem equatorial adaptada para observar e fotografar o Sol. A rotação terrestre é compensada por um mecanismo de acompanhamento que faz com que a luneta gire na mesma velocidade da Terra e, assim, se mantenha sempre apontada para o Sol. As fotos obtidas a partir da segunda metade do século 19 possibilitaram o estudo das manchas solares e da natureza da atmosfera solar.

O Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST/CNPq) possui no seu acervo uma luneta equatorial fotográfica dotada de cúpula giratória de fabricação *Gustav Heyde* (Alemanha), da primeira década deste século. Ela está instalada no pavilhão original, no campus de São Cristóvão, no Rio de Janeiro. O foteheliógrafo do acervo do MAST foi adquirido pelo Observatório Nacional, da *Carl Zeiss* (Alemanha), para a observação do eclipse de 1912.

Teresinha Rodrigues

Museu de Astronomia e Ciências Afins/RJ

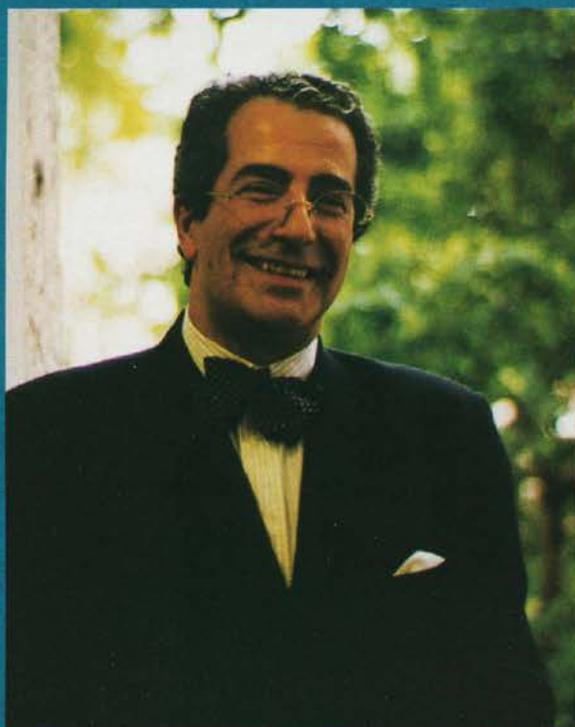
CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

Antônio Coutinho

Um sistema sem desígnios e eternamente jovem



Sua aparência ordenada esconde uma estrutura caótica, sem planos ou destino, que dribla as principais regras do jogo da vida. Esta imagem do sistema imunológico — nosso principal escudeiro contra doenças e outros inimigos — é a que mais fascina o imunologista português Antônio Coutinho. Pesquisador do Conselho Nacional de Pesquisas Científicas francês (CNRS) e do Instituto Gulbenkian de Ciência, em Portugal, ele se dedica à investigação da evolução desse misterioso sistema que “parece ter sido criado todo de uma vez”.

Convidado pelo Fórum de Ciência e Cultura da Universidade Federal do Rio de Janeiro para dar a palestra ‘A máquina da vida’, Coutinho esteve no Rio no fim do ano passado e falou a *Ciência Hoje* sobre as características que levam o sistema imunológico a ser tão peculiar e difícil de ser compreendido. Características que também lhe outorgam a possibilidade de conter a chave para o retardo do envelhecimento e a fonte da eterna juventude. Na entrevista, Coutinho apontou também as principais questões que pautam a imunologia hoje e que ainda permanecem sem resposta.

ENTREVISTA CONCEDIDA A **ADRIANA BONOMO** (INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA DA UFRJ),
ALICIA IVANISSEVICH (CIÊNCIA HOJE/RJ) E **CÁSSIO LEITE VIEIRA** (ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE/RJ)

Em sua palestra no Fórum de Ciência e Cultura, no Rio, o senhor comparou o sistema imunológico ao verso do poeta espanhol Antonio Machado que diz “Caminhante, não há caminho; faz-se caminho ao andar”, no sentido de que o sistema imune decidiria “o que vai ser” à medida que é solicitado. Essa metáfora apresenta o sistema imunológico como um conjunto ora organizado ora caótico. Como ele se comporta afinal?

Na verdade, quando citei o verso de Antonio Machado, estava sendo um pouco retórico, pois a mesma metáfora pode aplicar-se a todo o processo da evolução da vida: a precisão deslumbrante que descobrimos em muitos sistemas biológicos não é mais que o resultado de processos que acontecem por acaso, sem qualquer ‘plano’. Vejamos o exemplo do título de dois bons livros sobre evolução, que também são uma metáfora com o mesmo significado – *O relojoeiro cego*, de Richard Dawkins [etologista britânico que discute as pequenas mutações genéticas que ocorreram de forma caótica e que são a base da evolução] e seu último livro, com o subtítulo *Como a evidência da evolução revela um universo sem desígnio*. Quando se olha de repente para o sistema imunológico, parece que está tudo precisamente construído, bem planejado e organizado. Mas, na verdade, não há plano algum. Não há caminho, não há destino ou desígnio. As coisas vão se fazendo porque são assim e vão sendo o que são porque eram o que eram. Por outro lado, parece-

nentes. É como se tivesse sido inventado todo de uma vez. Diz-se que teve de ser assim pois os intermediários se perderam – eram evolutivamente inviáveis. Efetivamente, a criação de um sistema desse tipo põe problemas que são não só os problemas da coexistência com o organismo em que está, mas também da despesa que é para o organismo ter um sistema assim. O que me preocupa mais atualmente é perceber a evolução do sistema imune: encaixar aquilo que o sistema é hoje nos mamíferos, com aquilo que sabemos ou pensamos saber da evolução. E daí a frase do poeta. Não só por isso, mas porque é também muito bonita e muito sábia.

O senhor também mencionou que o sistema imune é eternamente jovem. O que quis dizer com isso?

É eternamente jovem no sentido de que o sistema renova seus componentes, suas células, continuamente, por toda a vida. A começar do zero, ou seja, as novas células são tão novas como no embrião. Por um lado, essas células são jovens porque morrem novas. Por outro, são novas porque, ao se diferenciarem, cada célula inventa uma nova estrutura, uma forma que nunca existiu. Nesse sentido, é um sistema que está em perpétua geração. Agora, se isso tem a ver com o envelhecimento do resto do corpo ou não, é uma questão a ser avaliada. O problema do envelhecimento e da extensão de vida é um dos mais interessantes da biologia e está longe de ser resolvido. Por exemplo, um canário vive 12

Quando se olha de repente para o sistema imunológico, parece que está tudo precisamente construído, bem planejado e organizado. Mas, na verdade, não há plano algum. Não há caminho, não há destino ou desígnio

me que o sistema imune, de certa forma, escapa a algumas regras gerais da evolução, pelo menos em uma análise superficial. Escapa certamente em relação à riqueza estrutural (o sistema imune sozinho produz centenas de milhões de proteínas diferentes, enquanto todo o resto do corpo não produz mais que 50 ou 100 mil). Escapa também à regra essencial de conservação da informação genética e à impossibilidade de transmissão da experiência à descendência. Ao ocupar todo o ‘espaço das formas moleculares’ nos limites do possível, ele também escapa. É isso que tem me fascinado: tentar entender as regras do sistema e, sobretudo, a ‘estratégia’ evolutiva que levou ao desenvolvimento do sistema. É um mistério enorme o fato de, no que se pensa ser um período evolutivo muito curto, de repente, o sistema aparecer inteiro, sem termos intermediários onde se identifiquem os diferentes compo-

a 14 anos enquanto um ratinho, do mesmo tamanho, vive só 2 anos. Por que isso ocorre? Ninguém tem a mínima idéia. Algumas pessoas gostam de especular e dizem que isso teria a ver com uma das funções do sistema imune, que é assegurar uma certa homeostase [equilíbrio] molecular do ambiente interno. Dependendo das propriedades do sistema imune de manter ou não o ambiente interno corretamente, o maior tempo possível, o animal morreria mais cedo ou mais tarde. Se houver um mínimo de verdade nisso, os imunologistas serão as pessoas a deter a fonte da eterna juventude.

E os animais experimentais que não têm sistema imune vivem menos?

Animais e mesmo pessoas que não têm sistema imune vivem menos porque são muito sensíveis a infecções. Mas a sua pergunta refere-se ao envelhe- ▶



cimento 'normal' do organismo. Isso nunca foi estudado. É incrível. As pessoas que defendem esse tipo de idéia deveriam ter começado a testar sua hipótese: se um animal sem sistema imune vive mais ou vive menos, ou se ele é menos permissivo a alterações bruscas das concentrações de qualquer substância no organismo como, por exemplo, a insulina. Existem estudos, mas muito poucos. É estranho que tenha sido feito tão pouco. Também é verdade que 90% das pessoas estão preocupadas com a defesa contra microrganismos e o progresso na área de vacinas é zero. Ou seja, há aqui algum problema fundamental que ainda precisa ser resolvido.



Sabemos pouco sobre o sistema imune e menos ainda sobre o cérebro.

Tentar juntar as duas coisas é muito difícil e, por enquanto, fora de causa

Em outra visita ao Brasil, o senhor disse que a pesquisa da Aids estava muito centrada no vírus e pouco no sistema imune. Ela se mantém assim?

Mudou um pouco, para melhor. No meio dos anos 80, as pessoas estavam convencidas de que rapidamente fariam uma vacina. Eu fazia o papel do personagem do velho do Restelo, de *Os Lusíadas*: quando Vasco da Gama parte para a descoberta da Índia e todas as pessoas estão contentes, o velho diz "ih, isto vai correr mal". Lembro que, na época, muitos colegas do Instituto Pasteur discordavam de mim porque acreditavam que uma vacina estaria disponível em dois, três, no máximo cinco anos. Já se passaram 15 e nada. E penso que se deve muito a terem centrado as pesquisas no vírus. Por isso, eu dizia que a solução para a Aids estava na farmacologia e não nas vacinas. E verificou-se que esse era o caso, pelo menos como solução temporária. A vacina vai ser sempre um problema sério por causa da alta variabilidade do vírus. A solução para a Aids provavelmente surgirá a partir de outras abordagens: farmacológica, antiviral ou a partir do melhor entendimento da relação do vírus com o sistema imune. Ultimamente tem havido mais atenção para o estudo do funcionamento do sistema nas pessoas infectadas, da dinâmica do vírus e da população de linfócitos infectados – quantas células morrem e quantas não, quantas são produzidas durante a infecção –, o que tem trazido bons resultados, sobretudo depois da trinitoterapia [tratamento com três drogas]. Penso que isso melhorou a compreensão da situação. Por exemplo, há casos em que o hospedeiro está infectado com outro vírus, como o da hepatite, e a pessoa que está com Aids não desenvolve a hepatite, porque não tem sistema imune para fazer a doença. Para se ter hepatite, é preciso

que o sistema imune reconheça as células infectadas com o vírus, os hepatócitos. Só com a destruição dos hepatócitos e a conseqüente reação inflamatória, a doença se instala. Depois da trinitoterapia, à medida que o paciente vai recuperando seu potencial imune, ele passa a manifestar a hepatite.

Em sua palestra, o senhor comparou o sistema imune ao sistema nervoso central e apontou o primeiro como mais complexo e até mais 'inteligente'. O que acontece quando esse sistema complexo adocece, já que ele é o responsável por proteger o organismo contra as doenças?

Ele fica doente com grande freqüência. Se pensarmos nas doenças imunes como a alergia, vamos ver que cerca de 20% da população mundial é alérgica. Outros 10% têm doenças auto-imunes, mais graves ainda. Então, em 30% dos indivíduos, o sistema funciona mal. É um problema para nós, imunologistas, tentar entender isso. Uma primeira explicação seria o fato de que a maior parte do sistema não é resultado de uma experiência evolutiva mas de estruturas produzidas ao acaso. A segunda razão é que seu comportamento é típico dos sistemas dinâmicos 'não lineares', em que uma perturbação mínima pode ter grande repercussão. É, portanto, um sistema particularmente sensível a pequenos desvios das condições iniciais, o que é mais um motivo para as coisas, de repente, andarem mal. Por isso, não entendemos bem por que o sistema foi guardado tantos anos sem evolução. O argumento evolutivo de que os problemas são tardios não é verdadeiro, porque tanto os doentes alérgicos como os auto-imunes são doentes desde jovens, em plena idade reprodutiva. Algumas pessoas defendem que certas doenças auto-imunes ou formas de alergias parecem ter um elemento precipitante de origem psicológica. Essa área da neuropsicoendocrinologia é ainda muito embrionária, mas ela poderia explicar por que nós, humanos, temos esses problemas todos.

A partir da década de 70, os psiquiatras começaram a alertar outros especialistas para a relação muito forte que existia entre depressão, estresse e queda da atividade do sistema imune. O que se sabe sobre isso atualmente?

Sabe-se, por exemplo, que o estresse mata muitos linfócitos e reduz a amplitude das respostas imu-

nes. Sobre a depressão, sabe-se muito menos. Mas não há dúvida alguma de que, primeiro, os linfócitos têm capacidade para perceber sinais que são de neurotransmissão – os linfócitos muitas vezes partilham com as células nervosas os mesmos receptores. Segundo, os linfócitos produzem substâncias, muitas das quais têm ação em células do sistema nervoso. Há assim espaço para que haja interação entre os sistemas imune e nervoso. É verdade também que os linfócitos têm receptores para determinados tipos de hormônios, alguns deles participam diretamente do controle da linfopoiese [geração de células do sistema linfóide, os linfócitos], o que alarga as possibilidades de interação também à rede hormonal. A razão pela qual muitos de nós éramos resistentes a esse tipo de idéia era a dificuldade que ela representava. Um dos grandes nomes da imunologia mundial, Melvin Cohn [cientista norte-americano do Instituto Salk em San Diego], costumava dizer que tentar perceber a ‘psiconeuro-endocrinoinmunologia’ era o mesmo que procurar gatos pretos dentro de um túnel escuro no meio da noite. Sabemos pouco sobre o sistema imune e menos ainda sobre o cérebro. Tentar juntar as duas coisas é muito difícil e, por enquanto, fora de causa. Só por um milagre conseguiríamos perceber as duas coisas juntas. Mas que há todas as possibilidades de interação, não há dúvida. Que há evidências experimentais e em humanos da relação entre estresse e a destruição de linfócitos, também não há dúvida. Assim como não se discute que existam evidências de que condições psicológicas graves podem ser precipitantes de uma disfunção do sistema. É um campo relativamente jovem da investigação, que vale a pena ser estudado.

Minha geração teve muita sorte. Quem entrou na área no início e no meio dos anos 70 teve grandes alegrias e grandes facilidades. Muita coisa se descobriu e foi relativamente simples descobrir coisas interessantes. Agora os outros têm que descobrir onde está a sorte deles

Falamos da destruição de linfócitos mas não de sua renovação. Existe alguma possibilidade de o sistema imune se recuperar ou se reconstituir?

O fato de o sistema imune estar em ontogenia perpétua permite fazer isso: matar todo o sistema de um animal em qualquer fase de sua vida e reconstituí-lo a partir de células-mãe. Esse mesmo princípio já começou a ser aplicado em doenças auto-imunes graves, progressivas, e há vários ensaios clínicos sendo feitos nos Estados Unidos e

na Europa para avaliar seus efeitos. Provavelmente, em três ou quatro anos o antigo problema voltará a se estabelecer, mas pelo menos ganha-se tempo contra a doença. É verdade também que são intervenções pesadas, em que a pessoa fica suscetível a muitas infecções e problemas por um período considerável de tempo e, por isso, não deve ser feito sem mais nem menos. Mas é possível e está sendo usado. Agora, se pensarmos especulativamente na relação com o envelhecimento, seria bom regenerar o sistema imune o tempo todo, não deixando ele envelhecer. A formação das células do sistema e seu envelhecimento natural, sobretudo com relação ao timo e as células T, não depende dos linfócitos do sistema imune mas da parte do timo que não é linfóide. Ou seja, o que envelhece no timo é a parte de fora – o epitélio. Penso que se conseguirmos manter a juventude do epitélio, manteremos a juventude do sistema.

Em sua palestra, o senhor disse que a imunologia tinha sido a área da biologia que mais se desenvolveu nas últimas décadas.

O que impulsionou isso? O aparecimento da Aids?

Praticamente tudo de inovador que ocorreu na biologia a partir dos anos 60 se expressou na imunologia. Não foi o aparecimento da Aids que provocou isso. Aconteceram essencialmente duas coisas. Primeiro, era uma área experimentalmente fácil. O imunologista dinamarquês Niels Jerne [1911-1992] costumava dizer que o linfócito é a *Escherichia coli* dos eucariotos, ou seja, é uma célula fácil de se trabalhar. Assim, era fácil ser imunologista. Niels Jerne também dizia que há muitos imunologistas – ele tinha contado uns 10 mil em 1974 – porque tudo



o que se precisa para virar imunologista é de um animal e um antígeno. O que eu quero dizer é que os sistemas experimentais eram relativamente simples. Era muito mais fácil cultivar linfócitos do que neurônios. Mas a razão principal, a meu ver, é que, no fim dos anos 50, existia uma estrutura teórica clara, mais ou menos correta. Isso talvez tenha sido o promotor maior do progresso. Porque havendo um esquema teórico claro, as pessoas podiam trabalhar dando relevância às observações. ▶

A resolução da estrutura teórica trouxe um problema fundamental à imunologia, que era o 'antibody problem' – como o indivíduo pode produzir milhões e milhões de anticorpos diferentes, sendo que cada proteína tem que ser fabricada por um gene e, portanto, a pessoa teria que ter milhões de genes diferentes só para fazer anticorpos? Esse problema se manteve na biologia por praticamente 20 anos e preocupava até os não imunologistas. O problema foi resolvido pelo biólogo molecular Susumu Tonegawa [1939-], que ganhou o prêmio Nobel de Medicina sozinho em 1987. Ele mostrou que os genes de anticorpos são compostos de minigenes, que se combinam aleatoriamente para gerar diferentes anticorpos. Ou seja, em uma célula que não faz imunoglobulina, os genes de imunoglobulina são compostos por vários pedacinhos de genes, enfileirados, que não formam um anticorpo. Nas células que produzem anticorpos, esses minigenes são escolhidos (são cinco tipos diferentes) e reorganizados para gerar um anticorpo, de forma que cada célula possa, a partir dos mesmos minigenes, gerar novas combinações para diferentes anticorpos. Esse foi um problema central que atraiu muita

gente de outras áreas. E atraiu os melhores. Hoje a imunologia já não atrai os melhores, porque, para muitos, os problemas fundamentais já foram resolvidos ou têm uma solução relativamente factível a curto prazo. O que tem se feito é jardinagem: descobrir um marcador aqui, outro ali. E como o atual sistema de pós-graduação exige que os doutorandos completem o programa em três ou quatro anos, não se pode investir em projetos de longo prazo. Seria um crime pedir que um estudante de doutorado se dedicasse, por exemplo, ao problema da memória imunitária, pois não o conseguiria resolver em três ou quatro anos. Portanto, com a estrutura da prática científica atual – as perguntas que ainda persistem na imunologia são de grande latitude, como memória e tolerância imunitária –, as pessoas são muito mais atraídas para outros domínios em que podem fazer coisas mais imediatas. É o caso da biologia do desenvolvimento e das neurociências. Minha geração teve muita sorte. Quem entrou na área nos anos 70 teve grandes alegrias e facilidades. Muito se descobriu e foi relativamente simples descobrir coisas interessantes. Agora os outros têm que descobrir onde está a sorte deles. ■



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). Caixa Postal 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 Corado III. CEP 69083-120, Manaus/AM. Tel.: (092) 644-2802. sbpc@fua.br / vandick@cr-am.rnp.br – **Bahia** (Caio Mário Castro de Castilho). Rua Cristiano Otoni, 26/801. CEP 40210-155, Salvador/BA. Tel.: (071) 247-2033. caio@ufba.br – **Ceará** (Tarcísio Haroldo Pequeno). Bloco 910, Campus do PICI, Depto. de Computação. CEP 60455-760, Fortaleza/CE. Tel.: (085) 219-3190 e (085) 983-4419 – **Distrito Federal** (Danilo Nolasco Cortes Marinho). UnB, Colina, Bloco J/ap. 303, Campus Universitário. CEP 70910-900, Brasília/DF. Tel.: (061) 348-2389. nolasco@unb.br – **Espírito Santo** (Luiz Carlos Schenberg). Av. N. Sra. da Penha, 2.432/605 NG. CEP 29040-402, Vitória/ES. Tel.: (027) 335-7332. schenber@tropical.com.br – **Goiás** (Marco Antonio Sperber Leite). Av. Samambaia, 1/casa 1, Chácara Samambaia. CEP 74691-300, Goiânia/GO. Tel.: (062) 202-1035. masl@fis.ufg.br – **Maranhão** (Maria Marlúcia Ferreira Correia). Conj. Santos Dumont, Quadra G, casa 12. CEP 65045-650. Tel.: (098) 217-8183 – **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 - Caixa Postal 549. CEP 79070-900, Campo Grande/MS. Tel.: (067) 787-2124 – **Minas Gerais** (Janetti Nogueira de Francischi). R. Palermo, 247, Bandeirantes. CEP 31340-560, Belo Horizonte/MG. Tel.: (031) 499-2695. janetti@mono:icb.ufmg.br – **Paraíba** (Elizabeth 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). Caixa Postal 19071. CEP 81531-990, Curitiba/PR. Tel.: (041) 366-3144 r. 232. efontour@garoupa.bio.ufpr.br – **Rio de Janeiro** (Adauro José Gonçalves de Araújo). R. Leopoldo Bulhões, 1.480, 3º andar, Mangueiras. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel.: (021) 590-3789 r. 2087. adauro@ensp.fiocruz.br – **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Souza Moreira). Caixa Postal 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. Caixa Postal 460. CEP 78904-420, Porto Velho/RO. Tel.: (069) 216-8558 – **Santa Catarina** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86, ap. 601, fundos. 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, ap. 12. CEP 04510-001, São Paulo/SP. Tel.: (011) 576-4260. macsmith.morf@epm.br – **(subárea 2)** (Dértia Villalba Freire-Maia). R. Vitória Régia, 180, V. dos Médicos. CEP 18607-070, Botucatu/SP. Tel.: (014) 822-0461. dertia@laser.com.br – **(subárea 3)** (Maria Ines Tiraboschi Ferro). Av. José Adriano A. Martins, 210. CEP 14870-000, Jaboticabal/SP. Tel.: (016) 323-2500. mitferro@fcav.unesp.br – **Sergipe** (Antônio Ponciano Bezerra). Av. Francisco Moreira, 650/103, Ed. Port Spain. CEP 49020-120, Aracaju/SE. Tel.: (079) 241-2848.

SECCIONAIS: **Maringá** (Paulo César de Freitas Mathias). Dept. 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. barbiéri@ufpel.tche.br – **Rio Grande** (Sírilo Lopez Velasco). Av. Tramandaí, 2.468, Cassino. CEP 96207-330, Rio Grande/RS. Tel.: (0532) 30-1400. dercsirilo@super.furg.br – **Santa Maria** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86/601, fundos. CEP 88015-300, Santa Maria/RS. Tel.: (055) 220-8737. eduterra@ce.ufsm.br – **Santos** (Cláudio Rocha Brito). R. Dr. Epitácio Pessoa, 248/33. CEP 11045-300, Santos/SP. Tel.: (013) 250-5555 r. 808. cdrbrito@unisantos.com.br

a p e r f e i ç o a m e n t o

PROFISSIONAL

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

PÓS-GRADUAÇÃO NA UERJ

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Mestrado (M) e Doutorado (D)

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

Especialização

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

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

Serviço Social - Serviço Social e Saúde, Políticas Sociais

CENTRO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS

Mestrado (M) e Doutorado (D)

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

Especialização

Química - Química Ambiental

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 Buco-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/D), 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; Linguística; Literatura Brasileira; Literatura Portuguesa; Literaturas de Língua Inglesa; Teoria da Literatura; Língua Francesa-Tradução

Psicologia - Psicopedagogia Clínica; 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>



UNIVERSIDADE
DE CAXIAS DO SUL

Pós-Graduação

UCS

O acesso seguro

à

qualificação profissional

Cursos Previstos para 1999:

Mestrado

Áreas: Administração
Economia
Estudos Regionais
Saúde Pública

Especialização

Adm. Recursos Humanos
Administração em Marketing
Administração Financeira
Alfabetização
Ciências do Esporte
Ciências dos Materiais
Comércio Exterior
Controladoria
Design de Móveis
Direito do Trabalho
Gerontologia Social
Gestão Empresarial
História Regional
Recursos Hídricos
Tecnologias Limpas



Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130
95070-560 - Caxias do Sul - RS
(054) 212 1133 - ramal 2228
Home-page: www.ucs.tche.br

SENAC-SP

Sintonizado com a mudança

as transformações do mundo do trabalho trazem perplexidade, mas também abrem atraentes e promissores caminhos profissionais. Os rumos do emprego apontam especialmente para o setor de comércio e serviços, em áreas como meio ambiente, saúde, informática, comunicação, moda, gestão de negócios, gastronomia, hotelaria e turismo. É uma nova realidade, que faz do SENAC-SP, com sua abrangente programação de cursos de graduação e pós-graduação em todas essas especialidades, o parceiro certo para quem quer enfrentar o desafio das mudanças e encarar o futuro com segurança.

Graduação

Bacharelado em Ciência da Computação • Bacharelado em Hotelaria • Bacharelado em Fotografia • Design de Moda com Habilitação em Estilismo ou Modelagem • Tecnologia em Hotelaria • Tecnologia em Turismo • Tecnologia em Design de Multimídia • Tecnologia em Design Gráfico* • Tecnologia em Gestão Ambiental*

Pós-graduação

Especialização em: Sistemas de Informações Gerenciais • Tecnologia da Informação • Tecnologia de Gestão e Produção • Qualidade no Desenvolvimento de Software • Fotografia Técnico-Científica • Fotografia e Mídia • Planejamento e Marketing Turístico • Administração Hoteleira • Administração e Organização de Eventos • Ecoturismo • Lazer e Animação Sociocultural • Gestão de Negócios em Alimentação de Coletividades • Higiene do Trabalho • Gestão Educacional



CONHECIMENTO EM
COMÉRCIO E SERVIÇOS

www.sp.senac.br

* Em fase final de aprovação

(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 aperfeiçoamento

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

Mesmo os 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.

Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores

Na sociedade moderna, a existência da grande automação dos serviços é realidade no cotidiano dos homens. Isso só é possível com um sistema de comunicação eficiente.

O CEFET-PR, localizado em Curitiba, ministra o curso de Especialização, *Lato Sensu*, em Teleinformática e Redes de Computadores que atende a esse contexto.

O curso é dirigido a pessoal de nível superior nas áreas de Engenharia Elétrica, Ciência da Computação e afins, dando-lhes conhecimentos desde comunicação digital até redes de computadores.

Inscrições: de 3 de maio a 30 de junho de 1999.

Início das aulas: 03 de agosto de 1999.

Informações: (041) 310-4682, com Arlene ou pelo site: www.cefetpr.br

E-mail: godoy@cpgei.cefetpr.br



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

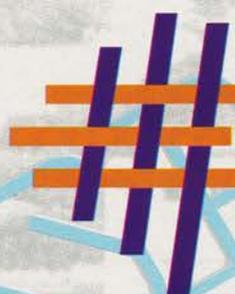
Núcleo de Pesquisa de Novas Tecnologias de
Comunicação Aplicadas à Educação

ESCOLA DO FUTURO



Cursos da Capacitação Profissional
em Informática Educacional

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



**COOPERAÇÃO
UNIVERSIDADE
EMPRESA**
Projeto Atual-Tec

O mundo globalizado caracteriza-se pela intensa competição e rápidas transformações. Torna-se, portanto, evidente a necessidade das organizações investirem no capital humano, empenhando-se na constante atualização de seus profissionais.

É nesse contexto que se insere o **Projeto Atual-Tec**. Criado e organizado pela **CECAE/USP** - Coordenadoria Executiva de Cooperação Universitária e de Atividade Especiais da Universidade de São Paulo com o objetivo de promover a sensibilização tecnológica da comunidade empresarial, mediante o aproveitamento do potencial tecnológico da USP. Para isso, o Projeto Atual-Tec organiza diversos cursos de capacitação tecnológica, proporcionando treinamento básico nos temas propostos, ministrados nas várias unidades do campus da USP em São Paulo.

Para a definição dos temas, o Projeto Atual-Tec identifica as questões mais recorrentes no Banco de Dados do Projeto Disque-Tecnologia/USP, bem como, atende às solicitações de docentes da USP que trazem propostas específicas de temas por eles estudados.

Vejamos alguns dos temas já desenvolvidos:

- | | |
|---|---|
| ☺ <i>Design de Embalagens: Projeto e Desenvolvimento</i> | ☺ <i>Gestão da Qualidade Total e Certificação ISO 9000</i> |
| ☺ <i>Tecnologia do Processo de Injeção de Plástico</i> | ☺ <i>Telecomunicações e Energia: A Importância Das Baterias</i> |
| ☺ <i>Telefonia Móvel Celular</i> | ☺ <i>Comunicação Escrita</i> |
| ☺ <i>Planejamento & Prática de Marketing</i> | ☺ <i>Reciclagem do Plástico (e suas Aplicações industriais)</i> |
| ☺ <i>Qualidade no Atendimento ao Público</i> | ☺ <i>Qualidade e Produtividade: Gestão Participativa</i> |
| ☺ <i>Gestão da Qualidade em Serviços</i> | ☺ <i>A Nova Lei de Licitações e Contratos</i> |
| ☺ <i>O Poder da Voz e da Fala no Crescimento Profissional</i> | ☺ <i>O Marketing Possível</i> |
| ☺ <i>Curso Básico de Higiene dos Alimentos</i> | |
| ☺ <i>Noções Básicas de Telecomunicações</i> | |

Agora, ampliando sua atuação, o Projeto Atual-tec também vai às empresas: os cursos acima podem ser organizados nas empresas para atender suas necessidades específicas.

Para informações e sugestões de novos temas:

Tel.: (011) 818-4164, 818-3903 Fax. (011) 818-4351, 211-0922
 Internet: <http://cecae.usp.br/atualtec> - E-mail: Atualtec@org.usp.br
 Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav. J, 374, 7º andar
 Cidade Universitária - SP - CEP. 05508-900

Novo caminho para a vacina contra a Aids

Há uma década os cientistas tentam criar uma vacina que proteja as pessoas da Aids, para interromper o contínuo avanço dessa doença no mundo. Várias estratégias já foram tentadas, sem sucesso. Agora, em trabalho publicado na revista *Science* (v. 283, p. 357), uma equipe de pesquisadores norte-americanos, liderada por Rachel LaCasse, da Universidade de Montana (Estados Unidos), relata um modelo novo e promissor de imunização.

Uma vacina eficaz contra o HIV seria um valioso instrumento para interromper o avanço da Aids. Essa doença gravíssima já infectou 40 milhões de pessoas no mundo e seu ritmo de expansão não diminuiu, mesmo com a adoção de medidas preventivas, como campanhas educacionais, uso de preservativos e outras. Nos últimos 10 anos, vários protótipos de vacinas foram desenvolvidos, mas nenhum teve sucesso.

A criação de uma vacina envolve, nesse caso, dificuldades imensas. Ao penetrar no organismo, o HIV (figura 1) multiplica-se de maneira muito ativa. Nessa fase, a quantidade de vírus no sangue é elevada, chegando a 10 milhões por mililitro de plasma. Assim que o sistema imune do hospedeiro começa a produzir anticorpos e células citotóxicas (que destroem outras células infectadas pelo HIV), o número de vírus no sangue cai e o paciente fica

sem sintomas da doença (fase assintomática). Isso demonstra que o sistema imune tem mecanismos eficazes de controle da infecção pelo HIV, o que em teoria torna possível criar uma vacina contra a Aids.

O sistema imune, no entanto, mesmo ativado contra o HIV, não elimina todas as células infectadas. Uma quantidade residual de vírus permanece no sangue por longo tempo (de 5 a 12 anos), debilitando aos poucos esse sistema. Quando as defesas estão suficientemente fracas, o HIV volta a aumentar seu ritmo de replicação. Esse é um dos maiores enigmas da Aids: como o vírus sobrevive no sangue do hospedeiro por todo esse tempo, enfrentando uma resposta imune forte?

Várias teorias tentam explicar o fenômeno. Uma delas diz que o HIV, por ter alta taxa de mutação, pode alterar sua estrutura antigê-



Figura 1. A célula branca do sangue, quando infectada pelo HIV, torna-se uma fábrica de vírus. A imagem mostra partículas de HIV (bolinhas azuis) agarradas na membrana exterior da célula

nica (que permite ao sistema imune reconhecê-lo), dificultando a ação de anticorpos e células citotóxicas. De fato, o HIV-1, principal responsável pela epidemia mundial de Aids, apresenta mais de 10 subtipos, muito diferentes entre si. Só no Brasil existem quatro subtipos: B, C, D e F. Essa variedade pode levar a uma baixa proteção cruzada, ou seja, a vacina produzida com um subtipo pode não proteger pessoas expostas a outros.

A sobrevivência do vírus também pode decorrer da baixa imunogenicidade de seus componen-

tes antigênicos, fenômeno notável da biologia do HIV. Normalmente, o sistema imune mantém células de memória, que podem reconhecer a mesma infecção outras vezes durante toda a vida da pessoa. No caso da infecção pelo HIV, porém, as células de memória não duram muito tempo, exigindo o estímulo antigênico constante para manter uma resposta imune capaz de controlar a infecção.

As estratégias já testadas

A estrutura do HIV é complexa: um 'envelope' decorado com duas glicoproteínas produzidas pelo vírus (gp120 e gp41) envolve um capsídio cilíndrico com o RNA viral e as três enzimas (transcriptase reversa, integrase e protease) responsáveis pela fase inicial de replicação. A gp120 e a gp41 são os alvos principais do sistema imune: contra elas é dirigida a maioria dos anticorpos e células citotóxicas. Tais células são importantes na proteção contra o HIV porque, além de destruir células infectadas, produzem hormônios imunológicos que inibem a multiplicação do vírus no organismo.

O sistema imune, porém, é enganado. A célula infectada adiciona moléculas de açúcar às duas

glicoproteínas, tornando-as muito pouco imunogênicas e fazendo com que sejam 'vistas' como moléculas produzidas pelo próprio organismo. Esse pode ser o motivo da baixa imunogenicidade já citada. As proteínas do capsídio viral também são reconhecidas, levando o sistema imune a fabricar células citotóxicas, e ajudam – como alvos secundários – no controle da infecção.

Já foram tentadas cinco diferentes estratégias de desenvolvimento de vacinas:

1. Vacinas baseadas em fragmentos do HIV produzidos em bactérias (através da engenharia genética), em cultura de células e de outras formas. Tais vacinas têm baixo poder de proteção por apresentarem ao sistema imune uma estrutura do vírus diferente da natural, já que os antígenos virais não são produzidos de maneira correta.

2. Vacinas com vírus morto. O uso dessas vacinas, produzidas pela inativação de vírus cultivados em laboratório, ainda é muito controversa.

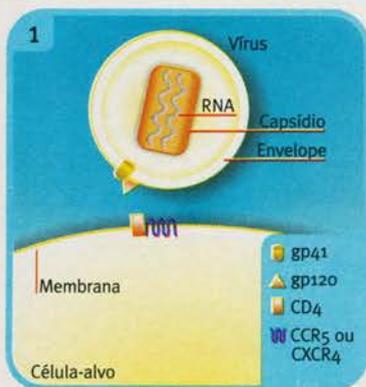
3. Vacinas com vírus vivo atenuado, ou seja, sem o gene responsável por sua virulência. O modelo foi testado com o vírus da imunodeficiência símia (SIV).

Macacos Rhesus adultos vacinados com o SIV atenuado resistiram a uma cepa não-atenuada, mas em macacos recém-nascidos a doença apareceu. Isso impediu que um protótipo dessa vacina (para o HIV) fosse testado em humanos. Além disso, alguns macacos adultos inoculados ficaram doentes, indicando que o vírus atenuado podia recuperar – no hospedeiro, por recombinação genética com o DNA deste – o gene destruído na atenuação.

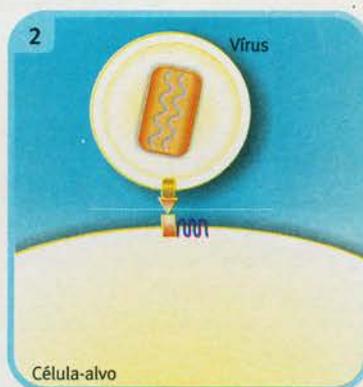
4. Vacinas genéticas. Aqui, um DNA construído em laboratório, por engenharia genética, é injetado em uma célula do animal imunizado e expressa o antígeno viral, agora apresentado ao sistema imune de modo semelhante a uma infecção natural. A grande vantagem é a segurança biológica: não há risco para a saúde, já que esse DNA não sofre recombinações nem gera um vírus ativo.

5. Vacinas com vetores vivos, obtidas com o enxerto de genes do HIV em outro vírus (o vetor) capaz de se multiplicar em humanos. Para isso são utilizadas versões atenuadas de vírus como o da vaccinia, o adenovírus e o canaripox (da varíola de aves). Ao infectar as células da pessoa va-

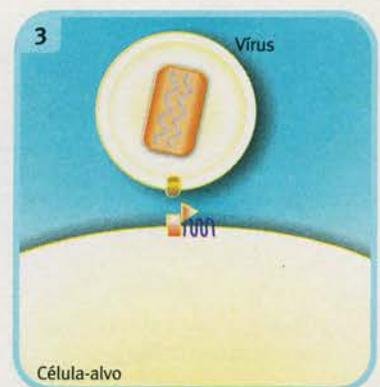
Figura 2. Mecanismo de entrada do HIV nas células



A gp120 está associada à gp41 na superfície do envelope do vírus da Aids e o CD4 e o CCR5 (ou CXCR4) na superfície dos linfócitos T4



A molécula de gp120 interage com o receptor (CD4) e inicia o processo de penetração do vírus



A molécula do co-receptor (CCR5) liga-se à gp120 e desloca essa glicoproteína, expondo a gp41

cinada, o vetor leva o sistema imune a reconhecer antígenos do HIV e produzir anticorpos e células citotóxicas.

Um grande obstáculo à criação de uma vacina contra a Aids é a falta de um animal experimental para o HIV. O chimpanzé é infectado pelo vírus, mas não desenvolve a doença, não sendo um modelo completo. Assim, a maioria dos testes de vacinas anti-HIV é feita com voluntários, nos quais é analisada a produção de anticorpos e células citotóxicas. Os resultados, no entanto, podem ser enganosos: uma pessoa pode ter grande quantidade de anticorpos contra o HIV induzidos pela vacina, mas não estar protegida contra o vírus. Por isso há também testes com animais, usando o SIV. Mas os resultados também são criticados, porque a doença que esse vírus provoca nos macacos desenvolve-se em velocidade muito maior do que a Aids nos humanos.

Linha de pesquisa promissora

A nova estratégia de imunização contra o HIV desenvolvida por LaCasse baseia-se na produção de uma molécula de gp120 já ligada a seu receptor específico (CD4)



Uma seqüência de aminoácidos situada dentro da molécula da gp41 faz com que as membranas da célula e do vírus se fundam, abrindo caminho para a infecção

ou a seus co-receptores (CCR5 ou CXCR4). Os receptores são moléculas da célula hospedeira que se ligam às glicoproteínas – dessa ligação depende a penetração do vírus na membrana celular (figura 2). Mantendo em cultura células que expressam a molécula de gp120 e outras que expressam os receptores (CD4 ou CCR5 e CXCR4), o antígeno complexo forma-se durante a fusão de duas células diferentes. A aplicação de formol à cultura paralisa algumas células no processo de fusão, ‘fixando’ a gp120 ligada a receptores. Tais células foram usadas para imunizar camundongos.

Para surpresa dos pesquisadores, os anticorpos produzidos pelos camundongos inativaram vírus de vários subtipos, obtidos de diferentes pacientes. Essa inativação múltipla nunca havia sido conseguida usando-se só a molécula de gp120 produzida por engenharia genética. Ao que parece, a interação do gp120 com seus receptores e co-receptores alterou a glicoproteína viral, expondo seu interior ao sistema imune, que por isso produziu anticorpos mais eficazes. E a fixação do complexo com formol tornou-o mais imunogênico, aumentando a quantidade de anticorpos gerados.

Essa descoberta serviu para resgatar a importância dos anticorpos na proteção contra o HIV. Além disso, vai acelerar o desenvolvimento de vacinas polivalentes, que protejam contra os diferentes subtipos. A porta está aberta, mas ainda há um longo caminho a percorrer: talvez leve mais cinco anos para que uma vacina seja validada em testes de larga escala e possa ajudar a barrar a expansão dessa terrível doença.

Amilcar Tanuri

Laboratório de Virologia Molecular, Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro

GENÉTICA

Marilyn: um novo olhar sobre a Aids

A divulgação, em janeiro, da *causa mortis* de uma chimpanzé morta em 1985 em circunstâncias obscuras reacende a polêmica sobre as origens da Aids. Em artigo publicado na *Nature* (vol. 397, n. 6.718), Beatrice Hahn, da Universidade do Alabama (EUA), diz que Marilyn foi vítima do vírus SIVcpz, um ancestral do HIV, o vírus da imunodeficiência humana, que já infectou 35 milhões de pessoas em todo o mundo. Alguns especialistas interpretam esse achado como a solução de um mistério e salientam que o estudo do vírus poderá evitar que humanos desenvolvam a Aids.

Marilyn tinha 26 anos quando morreu em 1985, após dar à luz a gêmeos. Sua morte, atribuída a complicações no parto, não foi bem esclarecida na época. Amostras de sangue e de outros tecidos foram então mantidas congeladas no Centro de Primatologia da Força Aérea Americana, no Novo México. Marilyn per-

tência a uma subespécie de chimpanzés conhecida como *Pan troglodytes troglodytes*, uma das quatro que vivem nas selvas de Camarões, Guiné Equatorial, Congo e República Centro-Africana, onde se supõe que a Aids tenha surgido.

No dia 31 de janeiro, a pesquisadora Beatrice Hahn, da Universidade do Alabama (EUA) e sua equipe anunciaram a *causa mortis* de Marilyn: síndrome da imu-

diu. Para Constance Benson, da Universidade do Colorado, essa evidência põe fim à chamada 'teoria da conspiração', segundo a qual a Aids foi criada em laboratório por governos de direita, especialmente para matar. Daniel Haney, editor de uma revista médica em Chicago, afirmou que o mistério está resolvido e que a Aids veio mesmo do chimpanzé. "Esse é um achado importante", disse Anthony Fauci, do Instituto

ças em seus reservatórios naturais ou hospedeiros. A gripe, por exemplo, pode ter origem em patos e porcos sem acometê-los. Os chimpanzés, que provavelmente desenvolveram o vírus SIVcpz há centenas de milhares de anos, aparentemente não ficam doentes. É provável que sejam necessárias mudanças genéticas para que outra espécie, como o ser humano, por exemplo, seja infectada. Hahn e sua equipe encontraram evidências de mudanças genéticas no SIVcpz.

David Ho, do Centro de Pesquisas de Aids Aaron Diamond, da Universidade Rockefeller (EUA), acredita que o vírus infectou seres humanos pela primeira vez nas décadas de 1940 ou 1950. Pesquisadores da instituição afirmam ter encontrado no ano passado o primeiro caso conhecido de Aids em um homem banto que morreu em 1959 no antigo Congo Belga, hoje República Democrática do Congo.

Mas a subespécie em que foi encontrado o SIVcpz é considerada ameaçada de extinção pela Cites, entidade internacional dedicada à proteção de espécies em situação crítica. Alguns grupos de defesa dos chimpanzés já se manifestaram. "É preciso um compromisso sério sobre o uso de chimpanzés e outros grandes primatas na pesquisa biomédica", disse Tetsuro Matsuzawa, da Universidade de Kyoto. Segundo ele, entre 1975 e 1986, 151 chimpanzés serviram de cobaia para experiências sobre hepatite B no Japão. Desses, 83 foram capturados diretamente nas selvas de Serra Leoa. Em 1987, quando os japoneses chegaram à vacina, 45 chimpanzés haviam morrido da doença.

Rodrigo C. Printes
Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre

REPRODUÇÃO



A chimpanzé Marilyn foi vítima do vírus SIVcpz, um ancestral do HIV, o vírus da imunodeficiência humana

nodeficiência símia (SIV). Para fazer esse diagnóstico, os pesquisadores utilizaram técnicas de análise molecular não disponíveis à época da morte de Marilyn. Hahn afirma que o vírus que a matou, o SIVcpz, é o ancestral do HIV, vírus da imunodeficiência. Em fevereiro, o trabalho da equipe de Hahn foi publicado na *Nature*.

Hahn relata ainda que o pesquisador Phillippe Mauclore, do Instituto Pasteur, encontrou recentemente mais três chimpanzés infectados com SIVcpz numa reserva de caça em Camarões. A amostra originada desses animais foi geneticamente analisada e revelou-se muito próxima de amostras contaminadas por HIV.

A comunidade científica aplau-

Nacional de Alergias e Doenças Infecciosas dos EUA. Na sua opinião, esse vírus infecta uma espécie de primata 98% aparentada com o homem e permite estudar animais silvestres infectados para entender por que eles não morrem da doença. "Essas investigações podem ajudar-nos a evitar que humanos desenvolvam a Aids", disse.

O SIVcpz é extremamente raro entre os chimpanzés dos laboratórios de pesquisas médicas dos EUA, talvez pelo fato de esses animais serem em geral removidos da natureza ainda bebês, sem terem sido expostos ao contato sexual. Até recentemente o vírus havia sido isolado apenas três vezes.

Muitos vírus vêm de animais e muitas vezes não causam doen-

EDIÇÃO
ESPECIAL

ANO 1 Nº 7 DEZEMBRO/98

MÉDICOS

HC-FMUSP

Oswaldo Cruz

Adolfo Lutz

Carlos Chagas

Euryclides Zerbini

Rocha Lima

Adis Jatene

Gaspar Vianna

Ivo Pitanguy

Rocha e Silva

Sérgio Ferreira



Século XX

Publicação da Faculdade de Medicina e do Hospital das Clínicas da USP, bimestral, de educação continuada e cultura médicas, com uma circulação de 130 mil exemplares dirigida a todos os médicos do país e distribuição gratuita. Agradecemos a todas as escolas médicas, Conselho Federal de Medicina, Associação Médica Brasileira, Federação Nacional dos Médicos, conselhos regionais de medicina, associações médicas e sociedades de especialistas que participaram da eleição dos dez médicos brasileiros mais importantes do século XX numa eleição rigorosa e majoritária. A Medicina Brasileira merece o respeito de que desfruta, estando entre as dez melhores do mundo.

OCEANOGRAFIA

'ANEMIA' DOS MARES AFETA O CLIMA

A teoria de que o teor de ferro nos oceanos afeta a vegetação marinha e o clima da Terra foi reforçada pelos oceanógrafos Michael Behrenfeld e Zbigniew Kolber, da Universidade de Rutgers (Estados Unidos). Eles descobriram que a escassez desse elemento no redemoinho do Pacífico Sul, que vai da América do Sul até a Nova Zelândia, é responsável pela pequena quantidade de fitoplâncton (vegetação marinha microscópica) nessa região do oceano: sem o ferro, a fotossíntese é prejudicada e o fitoplâncton não cresce. A descoberta pode explicar o aparecimento das eras glaciais: pequenas mudanças na órbita da Terra teriam iniciado um resfriamento, ressecando os continentes, aumentando os ventos e levando poeira rica em ferro para os oceanos. O crescimento do fitoplâncton, estimulado pelo ferro, teria ampliado a remoção de gás carbônico da atmosfera, intensificando o resfriamento. Isso sugere que seria possível reduzir o aquecimento global enriquecendo o oceano com ferro, mas não se sabe quais os efeitos nocivos que essa medida teria sobre a vida marinha.

Science, 5/2/99

ORNITOLOGIA

UM OLHO ABERTO E O OUTRO FECHADO

O pesquisador Niels Rattenborg e seus colaboradores, da Universidade Estadual de Indiana, em Terre Haute (Estados Unidos), descobriram que os pássaros, além de conseguirem ficar semi-adormecidos, com um hemisfério cerebral cochilando e outro em vigília, também controlam qual dos hemisférios permanece alerta. O olho ligado ao lado do cérebro que dorme fica fechado, mas o outro olho continua aberto e vigilante. Ao filmar uma fileira de patos durante o sono, os cientistas verificaram que os situados nas extremidades da fila, responsáveis pela vigilância, ficavam semi-adormecidos com maior frequência que os do meio. Além disso, tendiam a manter fechado o olho situado do lado dos companheiros e aberto o outro, para vigiar, confirmando uma idéia antiga de que o sono unilateral se desenvolveu como proteção contra os predadores.

Nature, 4/2/99



ASTRONOMIA

ERUPÇÃO CÔSMICA RECORDE

A erupção cósmica mais energética até hoje detectada foi observada em 23 de janeiro. Pela primeira vez, astrônomos norte-americanos e europeus presenciaram ao vivo uma explosão de raios gama no espaço. O fenômeno, que ocorreu em uma galáxia a 9 bilhões de anos-luz da Terra (mais da metade do raio do universo), durou 100 segundos e liberou energia equivalente à explosão de 2 mil supernovas. A luminosidade detectada foi tão intensa que poderia ter sido vista com binóculos. Outras explosões de raios gama já foram observadas mas, como o intenso brilho dura poucos segundos, os cientistas ainda não tinham registrado imagens de um desses eventos. Dessa vez, um sistema de alarme montado pela agência espacial norte-americana (Nasa) no satélite Compton (detector de raios gama) alertou os telescópios óticos e permitiu o registro.

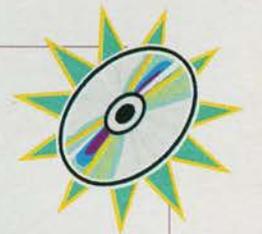
Nasa, relatório 99-8

TECNOLOGIA

MEMÓRIA HOLOGRÁFICA MAIS PRÓXIMA

Cientistas do Instituto Bayer, em Leverkusen (Alemanha), desenvolveram um novo tipo de polímero capaz de armazenar hologramas com grande quantidade de informação. Esses polímeros são formados por cadeias de moléculas que se alinham na presença de *laser* polarizado e permanecem alinhadas após a passagem da luz. A equipe acredita que, talvez dentro de cinco anos, o material permitirá armazenar 1 trilhão de *bytes* de informação (equivalente a 200 CD-ROMs) em um holograma do tamanho de um CD atual. Também prevêm que os dados poderão ser acessados à velocidade de 1 bilhão de *bits* por segundo (8 *bits* equivalem a 1 *byte*) – 100 vezes mais depressa do que um disco rígido DVD (*digital video disc*). Os métodos tradicionais de armazenagem em discos rígidos e DVDs atingirão seus limites nos próximos anos.

New Scientist, 23/1/99



Para produzir mais alimentos, uma necessidade da humanidade, é preciso ocupar novas fronteiras agrícolas e mantê-las produtivas. Nesse contexto, um dos maiores desafios é ampliar a produção em regiões tropicais, onde ainda há terras agricultáveis inexploradas, pois à medida que novas frentes são abertas, em geral com grandes impactos ambientais, a produtividade é comprometida por processos de perda da fertilidade natural e em, seguida, de desertificação. Um dos fatores que contribuem para isso não tem recebido atenção condizente com seu potencial de destruição: a ação do Sol. A ciência do solo clássica reduz a importância da radiação solar e subestima seus efeitos diretos no solo e, em especial, na redução dos estoques de matéria orgânica essenciais à atividade microbiana, a vida do solo. Para ampliar e manter sua produção agrícola, países como o Brasil precisam levar em conta esse fenômeno — a erosão solar.

Cícero Bley Jr.

*Associação Nacional de Defesa Vegetal e Ecoltec S/A
— Projetos e instalações de processos de reciclagem de resíduos*

Erosão

Riscos para a

As estatísticas sobre perdas físicas de solo em todo o mundo revelam que, a cada ano, bilhões de toneladas de terra fértil são erodidas e transportadas para os rios. Segundo o Programa de Qualidade Ambiental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Brasil as perdas já atingem 840 milhões de toneladas anuais (t/ano) e estão aumentando, com a abertura de novas frentes agropecuárias no Centro-Oeste e na Amazônia.

No Rio Grande do Sul, tais perdas podem alcançar 20,1 toneladas por hectare (t/ha) nas culturas de soja, segundo o mesmo Programa. O total estadual é de 250 milhões de t/ano. O ex-ministro e ex-secretário de Agricultura, Antônio Cabrera, estima que o estado de São Paulo perde 10 kg de solo fértil por quilograma de grão produzido — ou 200 milhões de t/ano.

Para repor a fertilidade são usados em todo o país até 1,27 kg de fertilizantes químicos por hectare, a



ão

solar

a agricultura nos trópicos

um custo de mais de US\$ 2 bilhões por ano. Estudos revelam que no Paraná, entre 1970 e 1986, o consumo de NPK – adubos industriais à base de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) – passou de 100 mil para 600 mil t/ano. A Embrapa estima, porém, que cerca de metade do fertilizante usado no conjunto de todas as culturas não atinge o alvo, ou seja, não é assimilada pelas plantas.

O drama não é só brasileiro: é mundial e particularmente grave nas regiões tropicais. Na Índia, por exemplo, segundo o Instituto de Pesquisas em Energia, a erosão já afeta 57% das terras, comprometendo 11 das principais culturas do país – em algumas, a queda na produção chega a 25%. A área erodida dobrou em 18 anos. A cada ano o país perde mais 1% de solo fértil e, junto, mais de 20 milhões de toneladas de NPK. No total, a perda causada pela erosão representa 1% a 2% do produto interno bruto (PIB) anual indiano.

No Haiti, metade das terras agricultáveis já se perdeu, gerando 1,3 milhão de ‘refugiados ambientais’ (no México, são 900 mil por ano). No mundo, estima-se a perda de 1% das terras férteis a cada ano. Além disso, cerca de 25% das terras do planeta estão em processo de desertificação ou definitivamente perdidas. Esse fenômeno atinge 70% das terras áridas (3,6 bilhões de ha), afetando um sexto da população mundial, segundo estudos internacionais sobre o problema.

Tal ameaça paira sobre 980,7 mil km² do Nordeste brasileiro (11,5% da área do país), segundo o Plano Nacional de Combate à Desertificação, do Ministério do Meio Ambiente. Em 181 mil km² dessa área, ações humanas, aliadas a fatores naturais, geram impactos difusos e perdas econômicas de US\$ 800 milhões por ano. As áreas mais comprometidas estão em Gilbués (PI), Irauçuba (CE), Seridó (RN) e Cabrobó (PE). ▶



FOTO: NAR BENEDICTO/AGÊNCIA N-AMAGSA

A erosão
carrega
para os rios,
todos os anos,
bilhões
de toneladas
de terra fértil

Há mais de uma década as secretarias estaduais de Agricultura da região Sul apontam que cerca de um milhão de hectares em Alegrete (RS), outro tanto em Paranaíba (PR) e mais um milhão em Pontal do Paranapanema (SP) estão virando deserto. A presença e o avanço do processo são visíveis no meio-norte de Mato Grosso, norte de Mato Grosso do Sul e sudoeste de Goiás. Há áreas críticas também em Tocantins e Minas Gerais.

Grande parte do processo deve-se ao desmatamento de áreas suscetíveis, ao emprego de métodos inadequados de mecanização intensiva (como aração e uso de grade pesada, destruindo o solo) e à exposição intensa à erosão hídrica, à erosão eólica e aos raios solares, entre outros fatores. Frequente nas novas frentes de ocupação, como Rondônia, a agricultura nômade (em que as terras são abandonadas ao primeiro sinal de redução da fertilidade primitiva, alimentada por milhões de anos de acumulação de elementos) agrava ainda mais o problema.

Técnicas eficientes de redução da erosão, como o plantio direto na palha, uma revolução no relacionamento com o solo, motivam cada vez mais agricultores, mas ainda são relativamente pouco usadas. Em alguns estados do Sul o método já é observado em um terço das culturas, mas no país o percentual não passa de 10%, segundo dados da Embrapa. Estamos ainda longe de um sistema como o dos Estados Unidos, que paga aos proprietários para que dêem um período de descanso às terras. Entre 1982 e 1992, o sistema reduziu em 18% as áreas mais comprometidas pela erosão, segundo dados oficiais.

Populações encontradas nos solos (avaliação por m ²)			
Grupos sistemáticos	Número	Biomassa (gramas)	Metabolismo (kcal/ano)
Bactérias	10 ²⁵	1.000	—
Cogumelos	—	400	—
Protozoários	5 x 10 ⁸	38	113
Nematóides	10 ⁷	12	335
Lumbricóides	10 ³	120	180
Enquitreídeos	10 ⁵	12	160
Moluscos	50	10	62
Miriápodes	500	12,5	96
Isópodes	500	5	38
Opiliões	40	0,4	5
Ácaros parasitiformes	5 x 10 ³	1,0	64
Ácaros oribáteos	2 x 10 ⁵	2	30
Araneídeos	600	6	34
Coleópteros	100	1	8
Dípteros	200	1	6
Colêmbolos	5 x 10 ⁴	5	153

Fonte: ECOLOGIA GERAL, DE R. DAJOZ.

Vida no solo: intensa e diversificada

Nos tempos da chamada 'ciranda financeira', era possível esconder grande parte da ineficiência no uso da terra. Perdas operacionais eram compensadas por ganhos financeiros. Hoje, a economia estável desnuda os sistemas produtivos e exige ajustes que minimizem os riscos e viabilizem a atividade. Nesse contexto, a questão do solo é decisiva para a economia agrícola. Mesmo usando técnicas que reduzem as

perdas, a capacidade produtiva dos solos continua a ser afetada.

Parece difícil entender que os solos não são meros suportes físicos para as plantas. Em geral, damos pouca atenção à atividade biológica que se desenvolve ali, fundamental para a estabilidade dos agregados (torrões) e para a regulação da dinâmica das águas no solo, fatores importantes na resistência à erosão. A vida do solo é responsável direta pela disponibilidade de nutrientes para as plantas e por outros processos.

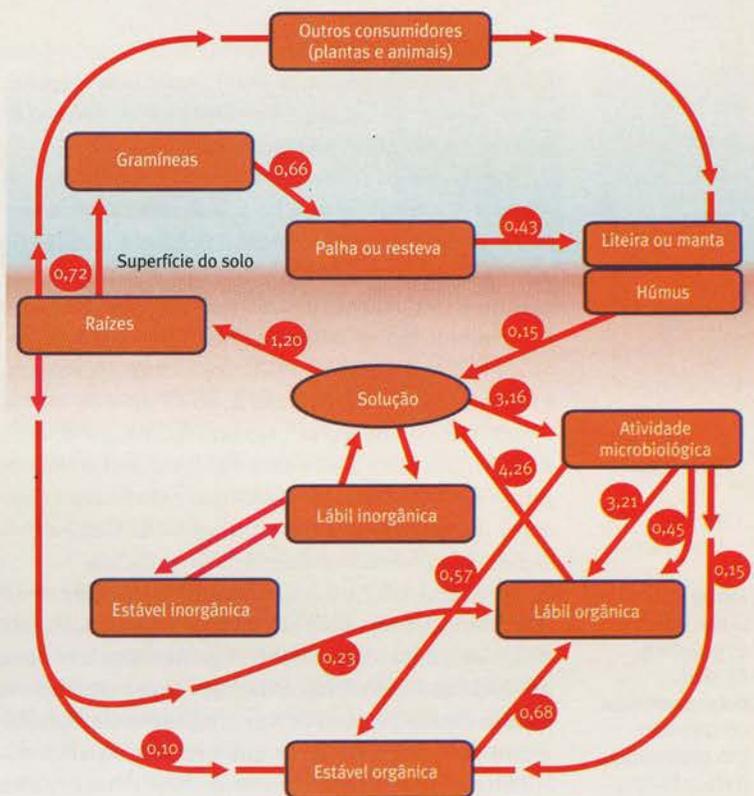
Há vida intensa e diversificada nos solos. A disponibilidade e qualidade dos alimentos são condições básicas para sua manutenção. Todos os seres do solo têm como base de nutrição o carbono presente na matéria orgânica que nele se acumula (resíduos vegetais e animais). A natureza recicla esses resíduos para tornar disponível o carbono necessário aos organismos do solo. O produto final dessa reciclagem é o húmus, ou matéria orgânica estabilizada e enriquecida, base da fertilidade natural do solo. Para cada estágio de decomposição dos compostos orgânicos há um grupo especializado e predominante de microrganismos.

O resultado da nutrição desses seres é a liberação de gás carbônico (CO₂) e substâncias húmicas, entre elas as formas orgânicas de elementos necessários às plantas, como N, P, K, enxofre (S) e outros micronutrientes. Sem a atividade microbiana, os nutrientes lançados ao solo na forma de fertilizantes não são assimilados pelas plantas, permanecendo estáticos e perdendo-se nos movimentos das águas dos solos.

Os estoques de 'alimentos' no solo esgotam-se em alta velocidade, levando a déficits de disponibilidade. Do carbono total presente nos materiais orgânicos, 60% a 85% retornam à atmosfera como gás (CO₂) em até três meses, dependendo da resistência dos materiais à decomposição. Em torno de 15% a 30% do carbono permanecem no solo no primeiro ano, parte em corpos resistentes e parte em novo húmus. Estudos revelam que o metabolismo microbiano é responsável por cerca de 70% do carbono que entra na atmosfera como CO₂.

Historicamente, a agricultura tem contribuído para o aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera com cerca de dois terços do carbono dos resíduos orgânicos disponíveis na natureza. O Brasil ainda está calculando a sua contribuição na emissão de poluentes atmosféricos e na formação do efeito estufa. No caso do carbono, a participação brasileira estaria entre 4% e 10% do total mundial e teria como causas principais o desmatamento e alterações no uso da terra, segundo o programa de pesquisas das Nações Unidas sobre mudanças climáticas globais.

Além da redução do volume de matéria orgânica necessário para abastecer flora e fauna microscópicas, outros fatores ajudam a ampliar o déficit de



nutrientes no solo. Todos decorrem de erros humanos na adoção e condução de práticas agrícolas, provocados pela falta de informações técnicas e de preparo para a agricultura em clima tropical.

Um dos erros mais frequentes e mais graves está nas técnicas de aração. Como o oxigênio é consumido junto com a matéria orgânica, quanto mais oxigênio se dá ao solo, mais rápido é o consumo dessa matéria. Portanto, as técnicas de arar e gradear a terra assimiladas dos colonizadores europeus – e destinadas, no 'velho continente', a acelerar o descongelamento do solo após rigorosos invernos – aceleram a atividade microbiana nos solos tropicais, o que aumenta o consumo da matéria orgânica. Além disso, tornam o solo mais denso, o que facilita o escoamento superficial da água das chuvas, causa da erosão hídrica.

O fenômeno da erosão solar

Para produzir em solos tropicais é necessário aprofundar o conhecimento sobre fatores característicos dessas regiões, como os efeitos do Sol, que a ciência desenvolvida em regiões de clima temperado e frio não considera, ou trata apenas como coadjuvantes das erosões hídrica e eólica.

A avaliação da intensidade dessa radiação sobre os solos tropicais é tão importante para a agricultura que exige uma nova abordagem técnica. Esta pode ser identificada por um conceito específico – erosão so-

Fluxo do fósforo (P) no solo (dado em g/m²) entre os componentes de um ecossistema de gramíneas nativas: a formação de formas orgânicas disponíveis (lábeis) – maiores reservas do elemento assimiláveis (quando em solução) pelas plantas – depende quase exclusivamente da atividade microbiana

lar –, capaz de colocá-la em evidência junto a tantos outros fatores condicionantes da produção tropical, como a erosão pelas águas ou pelos ventos, a correção do teor de alumínio no solo e outros.

Não há como fazer agricultura produtiva e sustentada nos trópicos sem levar em conta a erosão solar. Principal fonte de energia do planeta, a radiação solar varia com a latitude. Na Europa Central, Alemanha e Dinamarca (latitude de 47° a 58° Norte), a intensidade dessa radiação é de 3.349 a 4.186 megajoules por m² (MJ/m²). Na Europa Oriental, Bélgica, França e Luxemburgo (latitude de 41°20' a 53°30' N), é de 3.349 a 5.204 MJ/m². No Brasil (latitude de 5° N a 34° S), fica entre 5.024 e 6.699 MJ/m². Portanto, pode ser mais de 50% mais forte que a da Europa Central e quase 30% mais intensa que a da Europa Oriental, considerando a intensidade máxima.

A variação da latitude altera o grau de exposição das diferentes regiões à luz solar por causa do ângulo de incidência dos raios no solo. Essa incidência é crítica em áreas mais próximas ao Equador, caso das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte, onde a radiação solar é praticamente o dobro da que incide nos países europeus citados. O Rio Grande do Sul, situado entre 27° e 34° S, após o trópico de Capricórnio, recebe um terço mais de radiação que esses mesmos países.

O ângulo zenital – ângulo entre o zênite local (ponto da esfera celeste perpendicular à superfície local) e a posição do Sol – é o fator que mais influencia

a quantidade de energia incidente em uma superfície horizontal. Logo, quanto mais perpendicular à superfície estiver o Sol, maior a quantidade de energia que alcança o solo, o que é positivo em certos aspectos e negativo em outros.

As variações de temperatura do solo, fator estreitamente ligado à radiação, podem ser atenuadas por práticas culturais adequadas. Isso foi comprovado, por exemplo, em estudos realizados em Ponta Grossa (PR): a 3 cm de profundidade e sob plantio convencional, o solo passa de 23°C às 8 h para 43°C às 14 h. Com o plantio direto na palha, nos mesmos horários, a variação é de 19° a 36°C. No caso de cobertura verde, a temperatura fica entre 21° e 25°C.

Técnicos em extensão rural no Sul do país já comprovaram que as folhas do milho formam cartuchos quando a temperatura do solo atinge 38°C. Os produtores sabem que a partir das 10 h as folhas da soja 'viram', as do milho enrolam-se e as da abóbora murcham, revelando os efeitos da temperatura na área das folhas e na zona das raízes. Essas deformações indicam que o metabolismo das plantas foi afetado e certamente influem na produtividade final da lavoura.

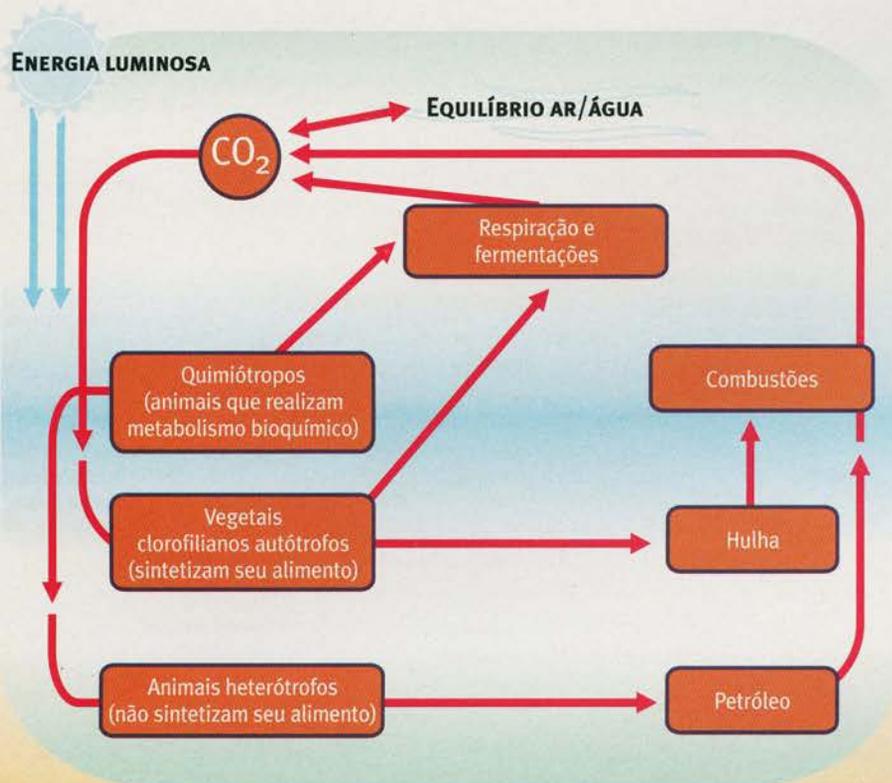
Por outro lado, os sintomas no que se vê (as plantas) indicam impactos no que não se vê (os microrganismos do solo). Estes não resistem mais que algumas horas a temperaturas acima de 40°C. A morte desses organismos ou a paralisação de sua atividade interrompe os ciclos de transformação de minerais em

nutrientes para as plantas, com evidentes prejuízos às culturas.

A radiação solar também varia de acordo com as estações do ano: é maior no verão e menor no inverno. No periélio, ponto em que a Terra está mais próxima do Sol, a energia recebida é 7% maior que no afélio, ponto mais distante. Essa energia determina a temperatura ambiente, que exerce forte influência na degradação de compostos orgânicos: quanto mais calor, mais rápida é a decomposição (até certo limite).

A temperatura do solo afeta diretamente o clima da faixa da atmosfera logo acima da superfície. Esse microclima é importante na formação do próprio solo, já que influi em sua aeração, na desintegração do material original, na retenção da água, na movimentação de colóides (substâncias solúveis na água presente nos solos), no metabolismo e desenvolvimento de organismos que

Todos os seres vivos dependem do ciclo biogeoquímico do carbono (no esquema), o mais longo, comparado ao dos demais elementos: pode durar de 2-3 séculos a um milênio



Herdada dos colonizadores europeus, a aração pesada prejudica os solos das regiões tropicais

FOTO: JUAN PRATIGNESTOS/AGÊNCIA N-IMAGEM



passam toda a vida ou parte dela sob a superfície, na germinação das sementes, na atividade funcional das raízes, na velocidade e duração do crescimento das plantas, e ainda na ocorrência e severidade de doenças nas plantas.

A perda das reservas de carbono

A velocidade de decomposição da matéria orgânica no solo pode ser avaliada através do CO_2 liberado no processo. À medida que a temperatura aumenta, até certos níveis, mais gás é desprendido. A liberação de CO_2 em função da temperatura – comprovada em laboratório – e seu arraste para a atmosfera satisfazem plenamente o conceito técnico de erosão, que significa desprendimento e transporte de partículas do solo. É outra razão para que o termo erosão solar seja aceito e incorporado à prática e à pesquisa da agricultura nos trópicos.

De modo geral, a faixa de 30° a 35°C é tida como a de máxima velocidade de decomposição de materiais orgânicos. Nos trópicos brasileiros, a temperatura do verão situa-se nessa faixa, sugerindo que o consumo de ‘alimentos’ pela atividade microbiana na superfície do solo atinge o máximo e em seguida entra em colapso, pelo excesso de temperatura.

Assim, é possível concluir, em primeiro lugar, que a reserva de matéria orgânica dos solos tropicais, em ecossistemas não-equilibrados (como as culturas agrícolas), tende a se exaurir, pois não há reposição, como nos ambientes intactos. Em segundo lugar, a exaustão das reservas orgânicas ocorre em maior velocidade nos trópicos do que em regiões temperadas e frias.

É preciso ‘alimentar’ os solos

Para manter a atividade biológica nos solos e, com isso, sustentar a produção agrícola em solos tropicais e subtropicais, é essencial repor os estoques de carbono. Assim, é estratégico aproveitar todas as possibilidades de obter e reciclar resíduos orgânicos. Isso inclui o uso de palhadas e restos de lavouras (em plantio direto) e a rotação de culturas, além do emprego de materiais de fora da propriedade (como resíduos da agroindústria) e da integração com a pecuária. Além de diversificar as rendas da propriedade, isso permite alcançar o estágio da economia cíclica, com o aproveitamento de dejetos reciclados da pecuária como insumos na atividade agrícola.

No estado bruto em que são gerados pelos animais, tais dejetos podem ser poluentes. No entanto, submetidos a processos tecnológicos favorecidos pelo calor dos trópicos (vantagem inexplicavelmente subutilizada), como a compostagem, e estabilizados, tornam-se fontes de matéria orgânica, de alto valor estratégico para a agricultura.

Entre os maiores esforços da humanidade está o de gerar alimentos. Para isso, é fundamental a eficiência e a sustentabilidade agrícola, inatingíveis sem que se conheçam e respeitem as leis naturais, que variam de um lugar para outro. Serve como referência, nesse contexto, a orientação do Instituto de Altos Estudos da Universidade de São Paulo, no sentido de que o Brasil precisa assumir a sua tropicalidade e gerar conhecimentos próprios, para progredir descobrindo as infinitas potencialidades existentes nas relações da sua natureza e, no caso da agricultura, na vida silenciosa dos solos, base do seu progresso.

Sugestões para leitura

- DAJÓZ, R.
Ecologia geral, Rio de Janeiro, Ed. Vozes, 1983.
- HELLER, E.A. 'Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto', in *Anais do II Encontro Nacional de Plantio Direto (Ponta Grossa, 1983)*, Curitiba, Acarpa, 1983.
- KIEHL, E. J.
Fertilizantes orgânicos, São Paulo, Ceres, 1985.
- TIBAU, A. O.
Matéria orgânica e fertilidade do solo, São Paulo, Nobel, 1986.
- CALDEIRA, D. S. A. & RODELLA, A. A.
'Influência da temperatura na degradação de compostos orgânicos no solo', in *Resumos do 26º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Rio de Janeiro, 1997)*. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

O *Big Bang*, a teoria mais aceita para a criação do universo, diz que tudo se iniciou em uma grande explosão. Nos primeiros instantes, o universo não era formado por matéria, mas sim por energia sob forma de radiação. Aos poucos, matéria e antimatéria foram criadas em quantidades iguais. Mas, como prevê a física, o encontro de matéria com antimatéria causa o aniquilamento de ambas, fazendo o que era massa retornar à condição inicial de radiação. Mas a existência de animais, vegetais, planetas, estrelas e galáxias, ou seja, a existência do próprio universo é a prova concreta de que um excesso de matéria sobreviveu a essa aniquilação precoce. O que aconteceu, então, com a antimatéria criada em associação à matéria do universo? Onde estaria ela? Ou será que, por um 'capricho' da natureza, a criação do universo deu preferência à matéria?

**Leandro de Paula e
Miriam Gandelman**
*Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro*

a ASSI

POR QUE EXISTE MAIS MATÉRIA DO

mETRIA

QUE ANTIMATÉRIA?

do universo

OS DOIS CONSTITUINTES

O ramo da física que estuda os constituintes básicos da matéria é a física de partículas elementares. Nesse campo, há uma teoria chamada Modelo Padrão, que é compatível com todos os resultados experimentais atualmente conhecidos. Segundo o Modelo Padrão, a matéria tem dois tipos de constituintes: os quarks e os léptons (figura 1). Vamos primeiramente nos deter em algumas propriedades desses dois constituintes.

Os quarks nunca são observados isoladamente, mas se agregam para formar os hádrons, cujos representantes mais conhecidos são o próton e o nêutron, partículas encontradas nos núcleos atômicos. Por sua vez, tanto prótons quanto nêutrons são formados cada um por três quarks. Os quarks mais abundantes na natureza são o *up* e o *down*. O próton é formado por dois quarks um *up* e um *down*. Para o nêutron, a ordem se inverte: há um só quark *up* e dois do tipo *down*.

O segundo constituinte da matéria são os léptons. O mais conhecido entre os léptons é o elétron. Numa imagem simplificada do átomo, podemos dizer que ele é composto de um núcleo, constituído de prótons e nêutrons, cercado por uma nuvem formada por elétrons. O elétron também é a partícula responsável pela ligação entre os átomos e, conseqüentemente, pela formação de moléculas. Está também envolvido na corrente elétrica que passa pelos fios elétricos.

Por fim, há um outro tipo de lépton, o neutrino, que não possui carga elétrica e é muito difícil de ser observado (ver 'Neutrinos, partículas onipresentes e misteriosas' em *Ciência Hoje* n° 147).

MASSA EM ENERGIA

Quarks *up* e *down*, elétrons e neutrinos formam todos os corpos que nos rodeiam. Segundo o Modelo Padrão, essas quatro partículas são classificadas como 'primeira geração' (figura 1). A física de hoje conhece três gerações de partículas. Esse número de gerações está bem comprovado por medidas experimentais feitas em aceleradores de partículas como o Laboratório Europeu de Partículas Elementares (CERN).

É interessante salientar, no entanto, que o Modelo Padrão não exige que haja somente três gerações de quarks e léptons como as três conhecidas. Nem mesmo o Modelo Padrão impede a existência de um maior número de gerações. A única restrição imposta pelo modelo é que cada geração deve ter dois quarks e dois léptons (na primeira geração, há o quark *up* e o *down*, o elétron e o neutrino do elétron, os dois últimos sendo léptons. Vale lembrar que o múon e o tau, ambos léptons, têm também seus respectivos neutrinos, conforme mostra a figura 1.

O Modelo Padrão também prevê a existência de antipartículas como os antiquarks e os antiléptons. Uma antipartícula tem a mesma massa da partícula, mas com carga elétrica oposta. Assim, o pósitron, de

	PARTÍCULA	SÍMBOLO	CARGA	MASSA (EM GeV/C ²)
1ª GERAÇÃO				
quarks	<i>up</i>		+2/3	0,03
	<i>down</i>		-1/3	0,06
léptons	elétron		-1	0,0005
	elétron neutrino		0	0?
2ª GERAÇÃO				
quarks	<i>charm</i>		+2/3	1,3
	<i>strange</i>		-1/3	0,14
léptons	múon		-1	0,106
	neutrino do múon		0	0?
3ª GERAÇÃO				
quarks	<i>top</i>		+2/3	1,3
	<i>bottom</i>		-1/3	4,3
léptons	tau		-1	1,7
	neutrino dotau		0	0?

Figura 1. No Modelo Padrão, os dois constituintes da matéria, os quarks e os léptons, estão divididos em três gerações. Para cada partícula, há uma antipartícula. A matéria do universo é formada exclusivamente pela primeira geração

carga positiva, é a antipartícula do elétron. Ambos têm a mesma massa. Segundo o Modelo Padrão, toda partícula tem sua antipartícula.

O encontro de uma partícula com sua antipartícula causa a aniquilação do par. Assim, a massa de ambas transforma-se em energia. Por exemplo, o que resta do encontro de elétron com um pósitron é radiação. Esse fenômeno é conhecido como aniquilação matéria-antimatéria.

Assim como as partículas, as antipartículas também são divididas em gerações. As antipartículas da primeira geração são o antiquark *up* (ou anti*up*), o antiquark *down* (anti*down*), o antielétron (ou pósitron) e o antineutrino.

Da mesma forma que os quarks se agregam para constituir os hádrons (prótons e nêutrons), os antiquarks podem constituir anti-hádrons, já que o Modelo Padrão prevê a existência de antinêutrons e antiprótons. Estes dois últimos, ao se juntarem a antiléptons, dariam origem a antiátomos. Uma demonstração da viabilidade desse processo foi obtida pelo experimento PS 210, realizado no CERN em 1995 quando foram criados átomos de anti-hidrogênio. O anti-hidrogênio é formado por um pósitron e um antipróton.

Anti-hádrons e antiléptons são produzidos tanto em colisões feitas em aceleradores de partículas quanto em chuviscos de partículas produzidos por raios cósmicos, partículas que vêm do espaço e que podem atingir altas energias e penetram a atmosfera terrestre. Raios cósmicos ultra-energéticos, por exemplo, podem chegar a ser cerca de 100 milhões de vezes mais energéticos que as partículas geradas em colisões nos aceleradores.

O único mecanismo conhecido de criação de partículas e antipartículas é a produção de pares, que é

o inverso do processo de aniquilação. No momento da produção, uma certa quantidade de energia é usada para criar simultaneamente uma partícula e sua antipartícula.

A primeira antipartícula foi observada em 1933, em um experimento com raios cósmicos, pelo físico norte-americano Carl David Anderson (1905-1991), descobridor do pósitron, a antipartícula do elétron.

AS TRÊS CONDIÇÕES

A teoria mais aceita para a criação do universo é a do *Big Bang*. Segundo ela, tudo se iniciou em uma grande explosão. Nos primeiros instantes, o universo não era constituído por matéria, mas sim por energia sob forma de radiação. O universo então passou a se expandir e, conseqüentemente, a se resfriar. Pares de partícula-antipartícula eram criados e aniquilados em grande quantidade.

Com a queda de temperatura, a matéria e a antimatéria, criadas em quantidades iguais, poderiam começar a formar, respectivamente, hádrons e anti-hádrons. Atualmente, porém, parece que vivemos em um universo onde só há matéria. O que aconteceu, então, à antimatéria que teria sido criada em associação a essa matéria?

Na realidade, já é estranho que o universo exista, pois, quando a matéria e a antimatéria se encontram, o processo de aniquilação ocorre, restando só energia como produto. Seria altamente provável, portanto, que logo após terem sido criadas no *Big Bang*, partículas e antipartículas se aniquilassem, impedindo que corpos mais complexos como hádrons, átomos, moléculas, minerais, estrelas, planetas e seres vivos pudessem se formar.

Acredita-se que esse processo de criação e aniquilação realmente ocorreu para quase toda a matéria criada no início da expansão do universo, mas o simples fato de existirmos indica que, ao menos, uma pequena fração de matéria escapou a esse extermínio precoce.

É possível que algum processo, de origem desconhecida, tenha provocado uma separação entre a matéria e a antimatéria e que o processo de aniquilação não tenha ido às últimas conseqüências, deixando porções de matéria e antimatéria separadas. Sendo assim, é possível pensar que existiam regiões do universo em que a antimatéria, e não a matéria, seria mais abundante.

Planejam-se alguns experimentos no espaço para procurar essas regiões. No entanto, como até hoje não se conhece um processo capaz de gerar essa separação, a maioria dos cientistas não acredita na hipótese de regiões de antimatéria no universo.

Há também uma segunda possibilidade. A de que

a natureza tenha, de algum modo, favorecido a criação de matéria em detrimento da antimatéria no *Big Bang*. Isso indicaria que a natureza trata de forma ligeiramente diferente matéria e antimatéria. Se isso for verdade, seria possível que uma pequena fração da matéria inicialmente criada tenha sobrevivido e formado o universo conhecido hoje. Resultados experimentais e teóricos apontam nessa direção.

Em 1966, o físico russo Andrei Sakharov (1921-1989) delineou quais seriam as condições para que tivesse ocorrido esse desequilíbrio entre matéria e antimatéria. Segundo ele, foi um 'desvio' (ou assimetria, no jargão da física) nas leis da natureza o responsável pela formação de mais matéria que antimatéria. Numa proporção aproximada, foram criadas um bilhão e uma partículas de matéria para cada um bilhão de partículas de antimatéria. Assim, tudo que existe no universo, de estrelas a seres humanos, foi criado a partir de uma única partícula de matéria em cada um bilhão que sobreviveu à aniquilação.

Para que ocorresse esse ligeiro desequilíbrio no processo de criação de matéria e antimatéria, Sakharov impôs três condições:

1) O próton deve decair, isto é, transformar-se em outras partículas. Esse fenômeno ocorreria quando um dos quarks que constituem o próton decaísse em um antieletrão (ou pósitron), o que causaria a consequente transformação dos dois quarks restantes em uma nova partícula sem carga, o méson π^0 . Segundo cálculos, um próton levaria 10^{32} (o número um seguido de 32 zeros!) anos para decair. Atualmente, há vários experimentos em andamento, mas o decaimento de um próton ainda não foi observado.

2) O esfriamento do universo após o *Big Bang* não se deu em equilíbrio térmico. Dizemos que um corpo esfria em equilíbrio térmico quando sua temperatura diminui igualmente em qualquer uma de suas partes. Quando uma parte resfria-se mais rápido do que outra, o esfriamento se dá fora do equilíbrio e durante esse processo não é possível definir uma temperatura para o corpo.

3) Deve haver uma diferença de comportamento entre as partículas de matéria e antimatéria e essa diferença, segundo Sakharov, poderia ser medida. É exatamente essa diferença, como descrito a seguir, que os físicos de partículas estão procurando atualmente.

FILMES, ESPELHOS E CARGAS

Como dissemos, até hoje não houve nenhuma observação experimental do decaimento de um próton. Entretanto, espera-se que isso realmente ocorra,

mas, por ser um evento muito raro, não estaria ao alcance dos métodos experimentais atuais. A segunda condição imposta por Sakharov também encontra bom amparo nos modelos teóricos existentes, bem como com observações realizadas. As duas primeiras condições de Sakharov não podem ser testadas experimentalmente nos dias de hoje e não apresentam contradições com as teorias aceitas.

É no entanto na última das condições que está o ponto crucial para testar a hipótese de Sakharov: o estudo da diferença de comportamento entre a matéria e a antimatéria. Isso está no limite de nossa capacidade experimental e há, no momento, vários experimentos em preparação para tentar observá-la.

Na física de partículas, as simetrias desempenham um papel muito importante, pois elas podem dar informações sobre os processos que estamos interessados em estudar. Antes de tentar entender como isso pode ser feito, vamos apresentar algumas simetrias.

Reversão temporal (T). A reversão temporal consiste em inverter a direção do eixo do tempo. Vamos a dois exemplos práticos. No primeiro, diz-se que a reversão temporal é conservada enquanto, no segundo caso, é violada.

Uma bola é lançada em direção a uma das tabelas de uma mesa de sinuca, colide com ela e volta exatamente ao ponto de saída. Esse processo foi filmado e uma pessoa assiste ao filme duas vezes. Na primeira, as imagens, que mostram a bola já em movimento, são projetadas como foram filmadas. Na segunda, o filme é passado de trás para frente. O interessante é que o espectador não terá como dizer quais das duas projeções corresponde ao sentido real. Nesse caso, dizemos que a simetria T é conservada.

Vejamos o segundo exemplo. Um jarro cai de uma mesa e se quebra ao atingir o chão. Nesse caso, saberíamos com facilidade indicar em qual seqüência o filme foi feito, já que nos pareceria estranho ver os fragmentos se juntando para formar um vaso íntegro. Esse é um processo para o qual a reversão temporal não é válida. Nesse caso, a simetria T é violada.

Paridade (P). A paridade é a inversão das coordenadas espaciais. Imagine que houvesse um tipo especial de espelho (figura 2) no qual a imagem fosse invertida de trás para frente, da esquerda

Figura 2. A operação de inversão de paridade corresponde a realizar uma observação através de um espelho que inverta as três coordenadas espaciais, isto é, no qual a imagem fosse invertida de trás para frente, da esquerda para a direita e de baixo para cima. Um espelho usual inverte a imagem apenas de trás para frente



Figura 3. Diferença entre as duas curvas. Uma mostra o decaimento de partículas denominadas káons neutros e a outra o decaimento de antikáons neutros. Essa diferença indica uma preferência pelos káons, o que demonstra a preferência da natureza pela matéria. A violação de CP foi descoberta pela primeira vez nos decaimentos dos káons. A unidade de tempo usada no gráfico ao lado equivale a aproximadamente 100 ps (100 picossegundos, ou 10^{-10} , um décimo de bilionésimo de segundo)

para a direita e de baixo para cima. Em um espelho normal, a imagem é invertida apenas de trás para frente.

Para saber se a paridade P é conservada, devemos realizar uma experiência. Uma pessoa acena a mão direita para um espelho. Uma câmera filmará nosso ator de frente. Outra fará a gravação da imagem refletida pelo espelho. Ao projetar o primeiro filme, veremos a imagem de uma pessoa acenando com a mão direita. No outro, nosso personagem aparecerá acenando com a mão esquerda. Este é um caso no qual os físicos dizem que a simetria P foi violada.

No entanto, ao observarmos imagens de uma esfera perfeita, não poderemos diferenciar uma foto tirada diretamente do objeto de uma tirada usando a imagem dela no espelho. Nesse caso, teremos a conservação da simetria P.

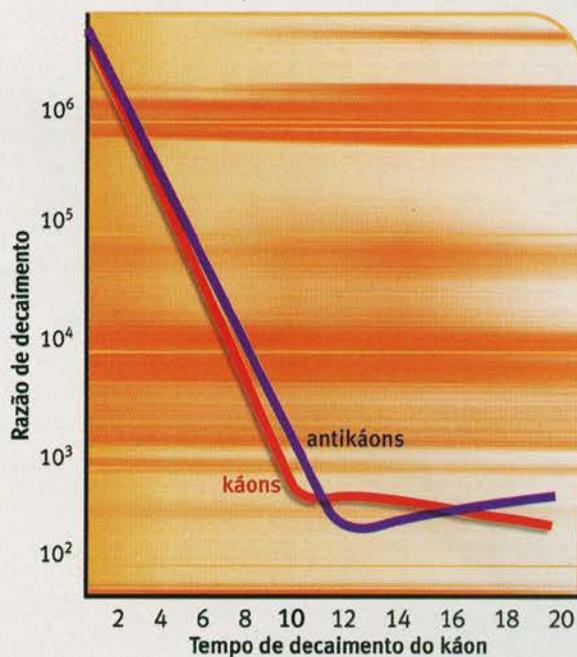
Conjugação de carga (C). Por fim, esta simetria consiste em trocar uma partícula por sua antipartícula. Testar essa simetria é mais complicado, pois é necessário observar o comportamento de partículas e antipartículas. Vamos a um exemplo prático usando o decaimento do nêutron. Essa partícula, quando fora de um núcleo atômico, se transforma (ou decai) em um próton (positivo), um elétron (negativo) e um antineutrino (sem carga elétrica). No decaimento de um antinêutron, diz-se que a conjugação de carga é conservada, já que a antipartícula decairá em um antipróton (negativo), um pósitron (positivo) e um neutrino (sem carga).

VIOLAÇÃO E DESEQUILÍBRIO

Pegue uma partícula, substitua-a por sua antipartícula, olhe-a através de nosso espelho especial e reverta a direção do tempo. Essa receita aplicada a qualquer partícula deveria resultar em algo indistinguível da partícula inicial. Em linguagem um pouco mais técnica, diríamos 'aplique a operação CPT e observe se as três simetrias são conservadas'.

Apesar de abstrato, é nessa operação que está a chave para se entender a falta de antimatéria no universo. Acredita-se que a simetria CPT seja conservada, pois, além de todas as teorias aceitas estarem baseadas na conservação dessas simetrias, não foi encontrado nenhum sinal de violação em qualquer dos experimentos até hoje realizados para testá-la. Atualmente encontram-se em preparação no CERN os experimentos ATHENA, que pretendem, usando feixes laser, aprisionar antiátomos para testar a simetria CPT.

Para ilustrar a capacidade dessas três simetrias em fornecer informações sobre a natureza, podemos recorrer a mais um exemplo. Imagine uma esfera perfeita sendo observada através de um espelho: não



é possível distinguir, como já vimos, o objeto de sua imagem, portanto havendo aí um caso de conservação da simetria P.

Mas se houver uma pequena imperfeição na esfera (uma palavra escrita nela), haverá uma diferença clara entre ela e a imagem dela. Logo, a observação da violação de uma simetria pode indicar diferenças entre objetos.

Para explicar a existência de um universo em que existe mais matéria do que antimatéria, é necessário encontrar uma violação de simetria entre partículas e antipartículas. Por certo tempo, os físicos pensavam que as três simetrias descritas acima seriam conservadas ao serem aplicadas separadamente a qualquer interação entre partículas.

No entanto, resultados experimentais mostraram que, sob certas condições, as simetrias P e C não se conservam. Em 1964, os físicos norte-americanos James Cronin e Val Fitch, ambos então trabalhando no Laboratório Brookhaven, em Upton (NY), nos Estados Unidos, demonstraram experimentalmente que a combinação CP não se conservava – CP corresponde a olhar a partícula no espelho especial e em seguida trocá-la por sua antipartícula. Esses estudos foram feitos com partículas denominadas káons neutros, formadas por um quark *down* e um antiquark *strange*. Violar a simetria CP significa que a natureza tem preferência pela matéria do que pela antimatéria (figura 3).

É nessa violação de CP que está a base da terceira condição de Sakharov. A violação de CP, segundo ele, é necessária para termos o desequilíbrio entre matéria e antimatéria, pois, ao violar a simetria de CP, a natureza dá preferência à produção de matéria em detrimento da de antimatéria.

ALGUMA COISA ERRADA

Como mostrar se houve ou não violação dessa simetria (CP)? Uma maneira de fazer isso é observando como quarks de um tipo se transformam em outro, bem como antiquarks se transformam em outros antiquarks. Um quark pode se transformar de várias maneiras. A chance de cada uma dessas formas ocorrer é chamada de probabilidade de transição. Se pudessemos fazer experimentos com quarks isolados, poderíamos, por exemplo, medir a probabilidade do quark *b* se transformar em quark *c* e a probabilidade do antiquark *b* se transformar em antiquark *c*.

Se essas probabilidades de transição, como passaremos a chamá-las, fossem iguais para quarks e antiquarks, não teríamos nenhuma violação de CP. O Modelo Padrão, porém, não especifica se isso é verdade ou não.

Antes da formulação do Modelo Padrão, conheciam-se apenas quatro tipos de quarks, e a teoria dizia que a probabilidade de transição era a mesma para quarks e antiquarks. Portanto, não deveria haver violação de CP, o que contrariava os resultados de Brookhaven em 1964.

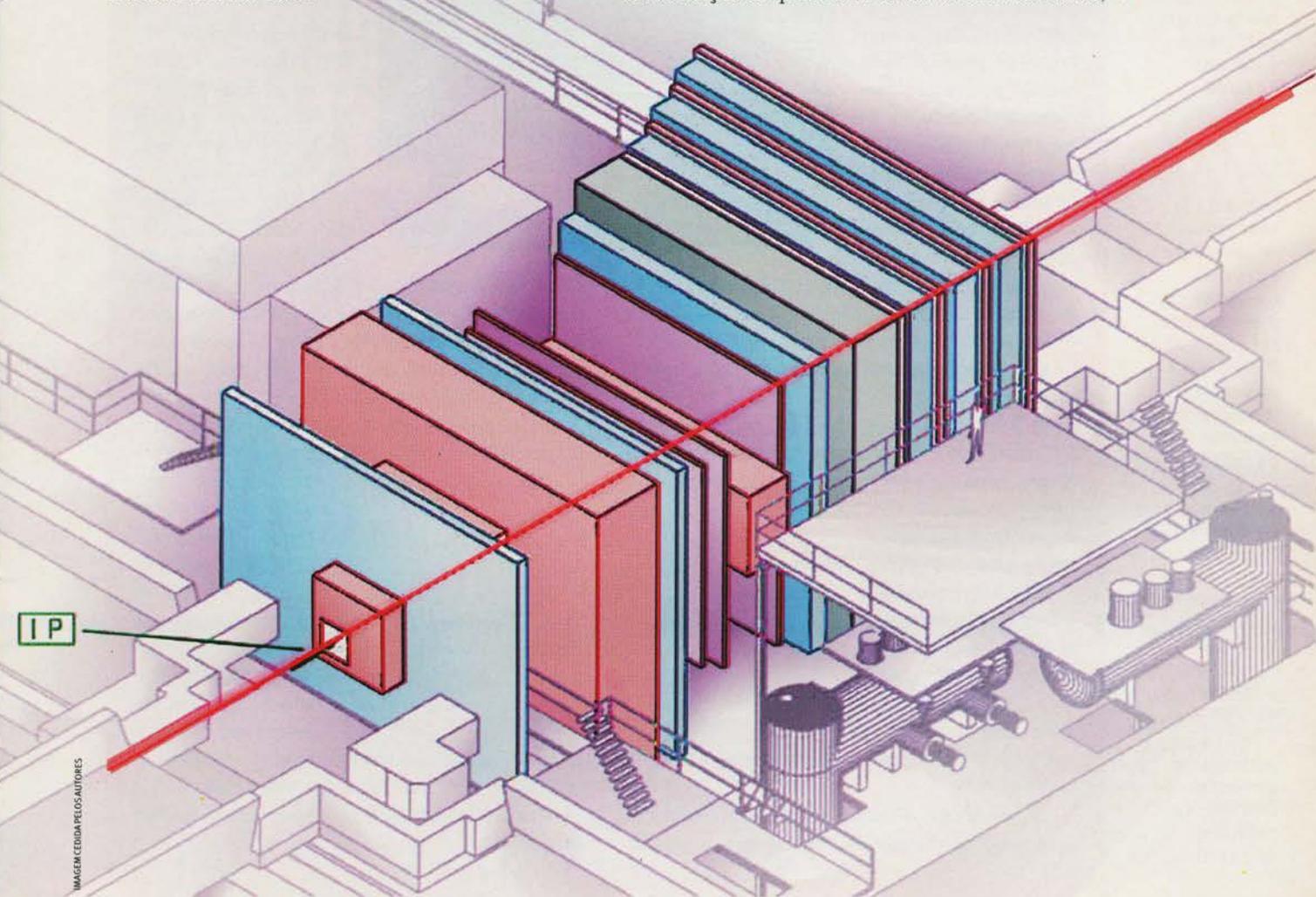
Alguma coisa estava errada. Os físicos japoneses Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa perceberam o que faltava e previram a existência de mais dois tipos de quarks. A teoria deles, agora parte do Modelo Padrão, não especifica se a probabilidade de transição é ou não a mesma para quarks e antiquarks, fazendo da violação de CP uma possibilidade.

A teoria dos seis quarks foi confirmada quando os dois novos quarks foram descobertos experimentalmente: o quark *bottom* em 1977 e o quark *top* em 1995. Esses quarks oferecem uma boa oportunidade para serem medidas as probabilidades de transição, já que eles, com mais massa entre os seis, transformam-se (ou decaem) em quarks mais leves.

Algumas vezes, o *bottom* e o *top* (este o de maior massa entre todos) decaem diretamente; em outras, através de processos complicados. Esses decaimentos serão estudados por novos experimentos que poderão medir com que frequência partículas se transformam em outras.

Esses estudos ocorrerão no detector LHCb (figura 4), sigla para *Large Hadron Collider*, sendo que o 'b' significa que ele deverá tentar medir a probabilidade de transição em partículas denominadas mésons B, ▶

Figura 4. O detector LHCb ficará a 100 m de profundidade, terá cerca de 20 m de comprimento e uma seção reta máxima de 100 m², do tamanho de um apartamento de três quartos, e está previsto para custar 86 milhões de francos suíços (aproximadamente US\$ 65 milhões)



formadas por um quark *down* e um antiquark *bottom*. Serão observados os decaimentos de mésons B e de antimésons B. A comparação de suas probabilidades de seus decaimentos nos permitiria medir a violação de CP.

PREFERÊNCIA DA NATUREZA

Como o Modelo Padrão não prevê qual o grau de violação de CP que devemos observar no decaimento dos mésons B, isso tem de ser medido. Uma vez que

a violação de CP seja medida para um tipo de decaimento, pode-se usar esse resultado no Modelo Padrão para prever quanto de violação de CP esperamos para outros tipos de decaimentos, bem como comparar os resultados obtidos com novas medidas.

O estudo da violação de CP nos mésons B começará em laboratórios na Alemanha, nos Estados Unidos e no Japão. O experimento com o detector LHCb virá mais tarde, mas será nele que a física dos mésons B alcançará seu ápice.

O CERN, situado em Genebra, na Suíça, está construindo um novo acelerador de partículas que entra-

LHCb será desafio para a eletrônica

O detector LHCb será construído para a obtenção de medidas precisas dos decaimentos dos mésons B. Seu caráter específico o torna menos complexo que outros detectores, como ATLAS, CMS e ALICE, que serão construídos no acelerador LHC. O LHCb conta ainda com a vantagem de poder ser otimizado para essas medidas, garantindo o melhor resultado possível para as medidas de violação de CP.

Mesmo sendo simples para os padrões dos futuros detectores de partículas, o LHCb medirá cerca de 20 m de comprimento e deverá ser dividido em várias partes. Seus principais componentes são:

a) O detector de vértices, que irá medir a trajetória das partículas.

b) O RICH (do inglês, *Ring Imaging Cherenkov Detector*) que, em conjunto com o Sistema de Mésons, atua na identificação das partículas. Esse detector mede uma radiação chamada Cherenkov (nome do físico russo que a descobriu). Essa radiação é emitida por uma partícula carregada que atravessa um meio material com velocidade maior que a da luz neste meio.

c) O Sistema de Mésons é um conjunto de detectores que tem por função identificar, dentre as partícu-

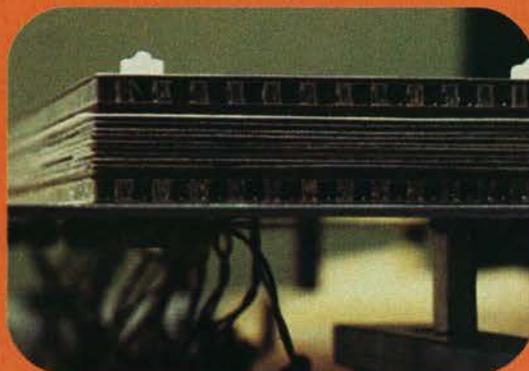
las observadas, quais são múons (figura 5).

Um dos grandes desafios para a construção do LHCb será sua eletrônica. Só pequena parte das colisões próton-próton produzirá mésons B e, entre as efetivas, apenas uma fração decairá de forma interessante para que sejam feitas medidas de violação de CP.

Para selecionar esses poucos eventos em meio a milhões de outros, será necessário um sofisticado sistema eletrônico. Ele procurará por partículas cujas trajetórias se originaram alguns milímetros depois do ponto onde os prótons colidiram. Iniciar a trajetória próximo ao ponto de colisão é um traço característico deixado por mésons B ou antimésons B no decaimento (figura 6).

No decaimento do méson B não pode haver a produção de léptons, assim como no decaimento do antiméson B não pode haver a produção de antiléptons. Assim, a identificação de um lépton (elétron ou múon) indica que quem decaiu foi um antiméson B e vice-versa. Quando um evento tem essas características, um sinal eletrônico é enviado para os detectores para que todas as informações sejam obtidas e armazenadas para uma futura análise de dados.

Figura 5. Foto do protótipo de um detector que fará parte do Sistema de Mésons do LHCb



FOTOCOMPLETOS/AUTORES

Figura 6. Esquema de um evento após uma colisão de um próton contra outro próton. O primeiro vértice representa o ponto de colisão; o segundo, o ponto onde o méson B inicia sua transformação em outras partículas. Na física, essa transformação é denominada decaimento. Costuma-se procurar por mésons B em locais muito próximos ao da colisão



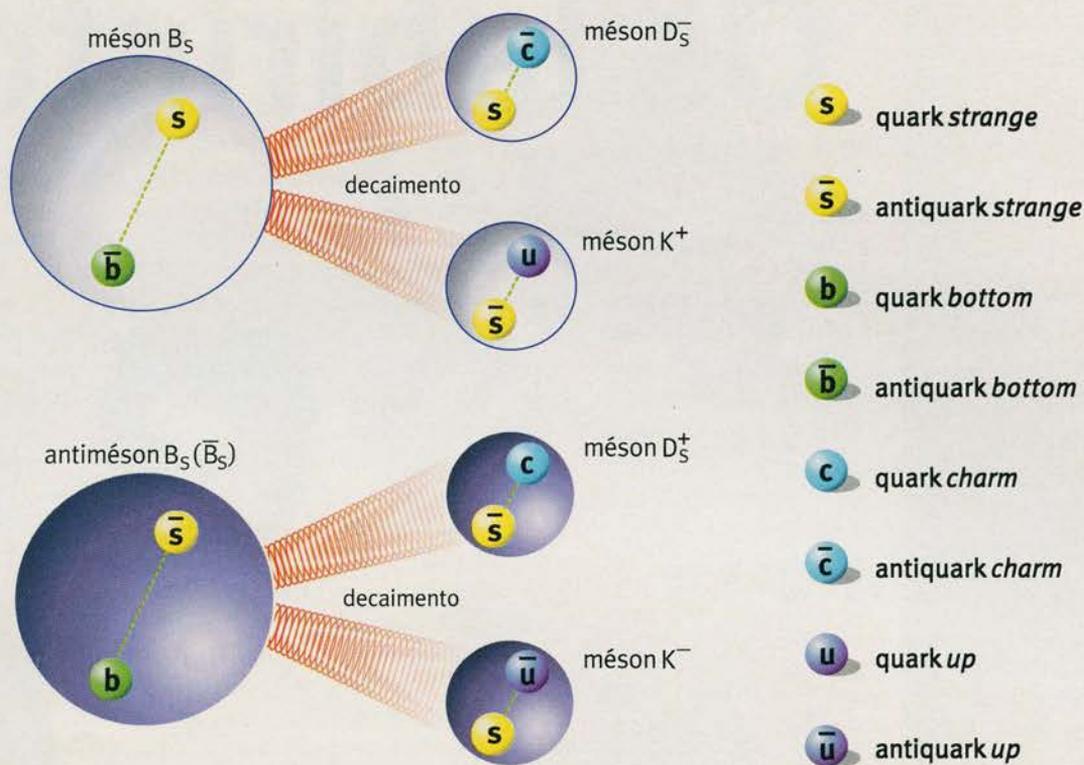


Figura 7. Para medir a violação de CP, os físicos usarão o LHCb para observar decaimentos de mésons B e de suas antipartículas. Será possível medir, por exemplo, a probabilidade de o méson B_s decair emitindo os mésons D_s⁻ e K⁺, bem como de sua antipartícula, o méson \bar{B}_s , decair emitindo D_s⁺ e K⁻. A diferença entre essas duas probabilidades fornecerá uma medida da violação de CP

rá em atividade em 2005 e será o mais potente do mundo. Nessas máquinas, partículas são aceleradas a velocidades próximas à da luz para depois se chocarem, concentrando energias altíssimas – próximas às do *Big Bang* – em diminutas regiões do espaço.

O LHC produzirá colisões entre prótons com energia 10 vezes superior a qualquer acelerador atualmente em atividade. Dentre os muitos processos possíveis nessas colisões, haverá a produção abundante de mésons B – especialmente, como se diz no jargão técnico, em torno do feixe de partículas.

O detector LHCb irá ‘fotografar’ (ou detectar, como dizem os físicos) as colisões geradas no LHC, prometendo coletar um número muito maior de decaimentos dos mésons B do que experimentos anteriores. Isso nos proporcionará a realização de medidas de alta precisão, consideradas cruciais para a física do próximo século.

A construção do LHCb foi proposta por uma colaboração internacional que reúne cerca de 300 físicos ligados a 43 instituições de pesquisa em 13 países diferentes. O Brasil está presente nesta colaboração através de pesquisadores do Laboratório de Física de Partículas Elementares do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAFE/IF/UFRJ). Esse grupo tem responsabilidade na construção de parte do Sistema de Múons, que será fundamental para a tomada de decisão sobre quais eventos deverão ser armazenados para análise.

QUESTÃO PROFUNDA E ESSENCIAL

Fazer experimentos para medir a violação de CP não é tarefa fácil. Trata-se de um efeito pequeno, comparável ao de uma pessoa que acenasse para si própria na frente do espelho mil vezes e só visse uma vez sua imagem acenando de volta com a outra mão.

O Modelo Padrão, teoria atualmente usada para descrever as interações entre as partículas, admite que exista uma pequena violação de CP. Há indícios, entretanto, de que o grau máximo de violação de CP admitido nesse Modelo não seja grande o suficiente para explicar o desequilíbrio entre matéria e antimatéria. Em outras palavras, suspeita-se que o Modelo Padrão preveja menos matéria do que aquela que é observada no universo. E isso, claro, poderia criar certas dificuldades para o Modelo.

Assim, os experimentos projetados para estudar a violação de CP não só contribuirão para elucidar o problema do excesso de matéria no universo, bem como poderão indicar o caminho para novas teorias sobre as interações fundamentais.

Esses experimentos poderiam também mostrar se o Modelo Padrão deve ser corrigido ou deixado de lado, para dar lugar a outro modelo. E, talvez, nos permitirão entender uma questão essencial para a compreensão das leis da natureza e da existência do universo e da própria vida: por que a natureza prefere a matéria à antimatéria?

Sugestões para leitura

COUGHLAN, G.D. e DODD, J.E. *The ideas of particle physics*, Cambridge University Press, Segunda edição, 1991.

QUINN, H.R. e WITHERELL, M.S. ‘The asymmetry between matter and antimatter’ in *Scientific American*, outubro 1998, pp. 55.

GUTH, A.H. *O universo inflacionário*, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1997.

<http://www.cern.ch/public>

Pesquisas feitas nos últimos três anos forneceram uma visão bastante clara e abrangente dos mais importantes processos envolvidos nos diversos tipos de memória. Já se conhecem as áreas cerebrais responsáveis por essas várias memórias e os principais mecanismos em nível molecular. Sabe-se quais são as vias e os fatores que regulam a memória — e através de que processos bioquímicos ocorrem — em relação ao nível de alerta, à ansiedade, ao afeto e às emoções. O tema está muito longe de ser esgotado. Mas, com esses novos dados, será possível encarar finalmente o estudo da memória de uma maneira mais organizada e científica, visando a sua aplicação prática. A modulação precisa dos processos de evocação e a prevenção dos danos moleculares que causam as demências e a correspondente perda cognitiva são alguns dos desafios para o futuro próximo. Talvez nunca consigamos conhecer com precisão a índole das memórias humanas, sua natureza íntima que faz com que cada um de nós seja exclusivamente quem é, aquela cuja importância real às vezes só compreendemos quando as memórias, com o correr do tempo, se esvaecem.

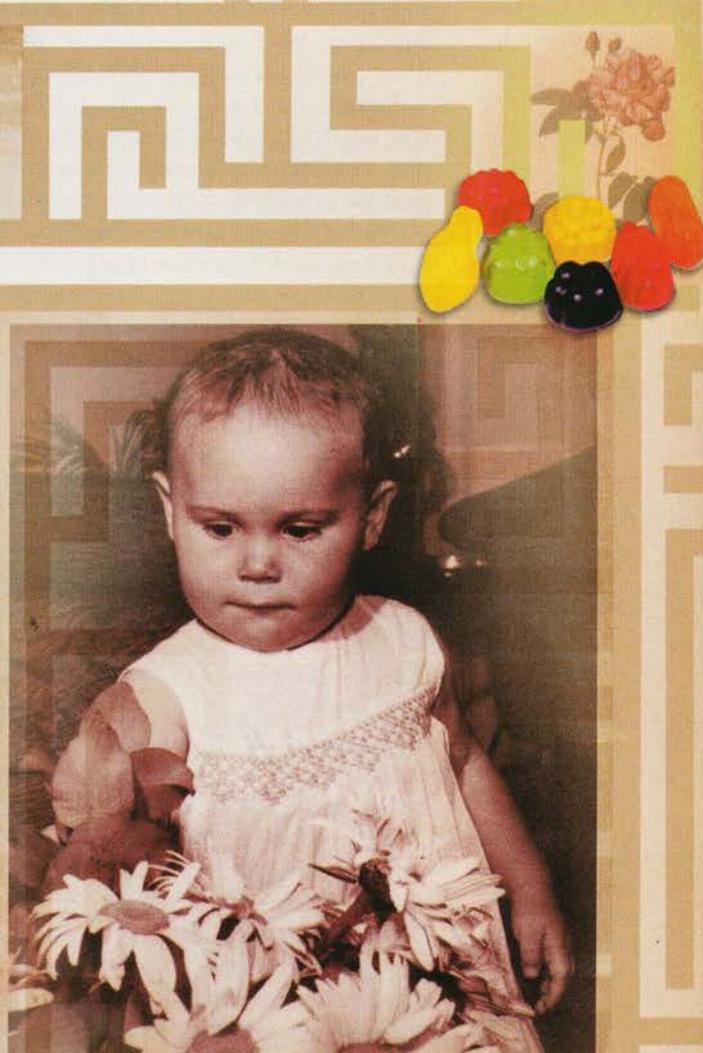
Iván Izquierdo

*Centro de Memória,
Departamento de Bioquímica,
Instituto de Ciências Básicas
da Saúde, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul*

Os labirintos



da MEMÓRIA



Memórias e amnésia

Considerando-se o conteúdo que revelam, há basicamente dois grandes tipos de memórias: as *declarativas* ou *explícitas*, que são aquelas que nós humanos podemos relatar e reconhecemos como memórias, e as memórias *de procedimentos* ou *implícitas*, que muitos denominam também *hábitos*, e que adquirimos e evocamos de maneira mais ou menos automática. A memória de um texto, de um fato, de um evento, de muitos fatos, do rosto de um ser querido, de toda a medicina são memórias declarativas. A memória de como se faz para caminhar, para nadar, ou para reconhecer, por exemplo, que, nas listas telefônicas, as iniciais costumam estar à direita, são memórias implícitas.

Na memória declarativa participam várias regiões corticais (pré-frontal, entorrinal, parietal etc.) e, fundamentalmente, o hipocampo, uma região cortical filogeneticamente antiga localizada no lobo temporal. As memórias implícitas ou hábitos envolvem em diversos casos algumas dessas áreas, mas dependem fundamentalmente de circuitos subcorticais (núcleo caudato, pallidum) ou cerebelares.

Denomina-se 'amnésia' (falta ou falha da memória), em geral, a perda de memória declarativa. Porém, nas amnésias mais graves, ocorre também algum grau de perda da memória de procedimentos.

Várias doenças provocam amnésia. A 'depressão' é a causa mais freqüente, mas a menos grave. Perto de 10% da população adulta e 20% ou mais da população acima de 65 anos padecem ou padeceram de depressão clinicamente importante, e das falhas de memória que a acompanham. Chama-se depressão a uma doença psiquiátrica séria, que inclui desânimo e tristeza em grau maior do que as circunstâncias da vida do paciente justificam. Mas a depressão abrange também outros sintomas (insônia matutina, ansiedade etc.). Em todos os casos, deve ser tratada por psiquiatras, já que a vida do paciente que a padece é penosa, e seu desenlace mais perigoso é o suicídio. O tratamento cuidadoso da depressão com psicoterapia e fármacos traz consigo a melhora da memória; não é oportuno nem útil tratar esta última isoladamente, já que sua reativação, no deprimido, pode causar a recordação de más lembranças e aumentar as perspectivas de suicídio.

Uma porção importante da população acima dos 50 padece de alguma forma de 'demência', nome que designa quadros clínicos progressivos de deterioração das funções mentais em geral. A mais comum das demências é a doença de Alzheimer, na que predomina o déficit de memória. Nesta doença ocorrem lesões inicialmente nas áreas cerebrais responsáveis pela memória declarativa, e mais tarde no resto do cérebro. Cerca de 2% das pessoas de 65 anos e 25% daquelas com mais de 85 padecem dessa doença. Há uma forma pré-senil da doença que ocorre em pessoas de 50 a 60 anos.

A doença de Parkinson, nos seus estágios avançados, a dependência crônica e grave do álcool, da cocaína ou de outras drogas, as lesões vasculares do cérebro (derrames), o traumatismo craniano repetido (no boxe, por exemplo) e algumas doenças mais raras (síndrome de Creutzfeld-Jacob, doença de Pick) também causam quadros demenciais. O tratamento desses quadros, uma vez instalados, é só paliativo. Como se trata de doenças degenerativas, a pesquisa se orienta na busca de tratamentos preventivos. O prolongamento da vida do paciente 'não é' um objetivo terapêutico nas demências; já o aumento temporário das condições cognitivas para melhorar um

pouco sua qualidade de vida pode sê-lo. Medidas afetivas e ambientais são tão efetivas para conseguir isso como os poucos tratamentos farmacológicos disponíveis. Não pode se esperar muito de remédios quando se trata de doenças em que a cada dia ou a cada hora há perda de neurônios e de suas conexões.



Função e duração das memórias

Do ponto de vista da função, há um tipo de memória que é crucial tanto no momento da aquisição como no momento da evocação de

toda e qualquer memória, declarativa ou não: a 'memória de trabalho'. Operacionalmente, representa aquilo que a memória RAM representa nos computadores: mantém a informação 'viva' durante segundos ou poucos minutos, enquanto ela está sendo percebida ou processada. Essa forma de memória é sustentada pela atividade elétrica de neurônios do córtex pré-frontal (a área do lobo frontal anterior ao córtex motor). Esses neurônios interagem com outros, através do córtex entorrinal, inclusive do hipocampo e do córtex entorrinal, durante a percepção, aquisição ou evocação. Através dessa interação determinam, por exemplo, se uma dada informação é nova e convém guardá-la, ou se já existe e deve ser evocada. A atividade desses neurônios é regulada por vias dopaminérgicas e outras, tanto no nível do córtex pré-frontal como no hipocampo e do córtex entorrinal.

A memória de trabalho dura segundos e não deixa traços: depende exclusivamente da atividade neuronal *on line*. As memórias que deixam traços denominam-se 'memória de curta duração' e 'memória de longa duração'. A de longa duração é aquela que dura muitas horas, dias ou anos. Não se forma instantaneamente: o processo de formação ou consolidação dessa memória requer uma seqüência de passos moleculares que dura várias horas, durante as quais é suscetível a numerosas influências. A memória de curta duração é o processo ou conjunto de processos que mantém a memória funcionando durante essas horas em que a de longa duração não adquiriu sua forma definitiva.



A construção da memória de longa duração

O hipocampo é a estrutura central da formação de memórias declarativas. Dentro do hipocampo, a região-chave é sua porção mais

medial, denominada subárea CA1. Essa região não funciona isoladamente; é parte de um circuito que envolve o neocórtex temporal vizinho (córtex entorrinal), e mais duas subáreas hipocâmpais: o *gyrus dentatus* e a subárea CA3. CA1 projeta-se, por sua vez, basicamente ao córtex entorrinal, formando assim um circuito reverberante funcionalmente ativo. Por sua vez, o córtex entorrinal recebe fibras de, e emite fibras a: 1) vários núcleos da amígdala e do septum, que registram a cor emocional das memórias e regulam a função hipocâmpal; 2) o córtex pré-frontal anterolateral, que é essencial para a memória de trabalho (aquela que mantém a informação *on line* enquanto está sendo processada); 3) o córtex parietal associativo; 4) a maior parte do córtex sensorial. Assim, CA1 está interligado a todas as regiões do cérebro que registram qualquer tipo de experiência, às que determinam se essas experiências são novas ou não, e às que lhes dão um tom emocional (figura 1).

O hipocampo, a amígdala e o córtex entorrinal, pré-frontal e parietal, recebem também terminações de vias nervosas vinculadas com o 'afeto', os estados de consciência – maior ou menor grau de 'alerta' – e ao registro de, e resposta a, estímulos que podem produzir 'ansiedade' ou que o corpo considera que lhe causam 'estresse'. Essas são a via dopaminérgica, a via noradrenérgica, a via serotoninérgica, e as vias colinérgicas. Seus nomes derivam dos neurotransmissores que liberam sobre seus sítios de projeção: dopamina, noradrenalina, serotonina e acetilcolina. Os sítios de origem dessas grandes vias moduladoras estão em regiões filogeneticamente antigas do tronco cerebral ou mesencéfalo. São ativadas pelas experiências mais diversas, dependendo do nível de alerta, ansiedade, emoção ou afeto das mesmas. Em todos os casos, essas vias agem sobre suas estruturas-alvo através de receptores específicos: no caso de seu efeito regulador da memória, sobre os receptores D1, beta, 5HT1A e m1, respectivamente.

A seqüência de processos bioquímicos em CA1 necessária para a 'formação de memórias declarativas' foi determinada em detalhe nos laboratórios do autor e de Jorge Medina entre 1992 e 1998. Essa seqüência é parecida com a que subjaz à potenciação de longa duração (em inglês, *long-term potentiation*, LTP) em CA1, como talvez fosse de se esperar dado o fato de que ambas obedecem a alterações perdu-

ráveis da função sináptica ('plasticidade') na mesma estrutura. Em outras palavras: quando se 'pede' a CA1 que 'faça' plasticidade, possivelmente utilizará para isso a única seqüência de mecanismos que 'conhece': aquela que tem normalmente à disposição e a única que 'sabe usar'.

A seqüência envolve processos simples e corriqueiros próprios das sinapses excitatórias do sistema nervoso central, cuja imensa maioria é glutamatérgica, isto é, usa o ácido glutâmico como neurotransmissor (figura 2).

O processo de formação das memórias de longa duração, portanto, é lento e frágil: con-

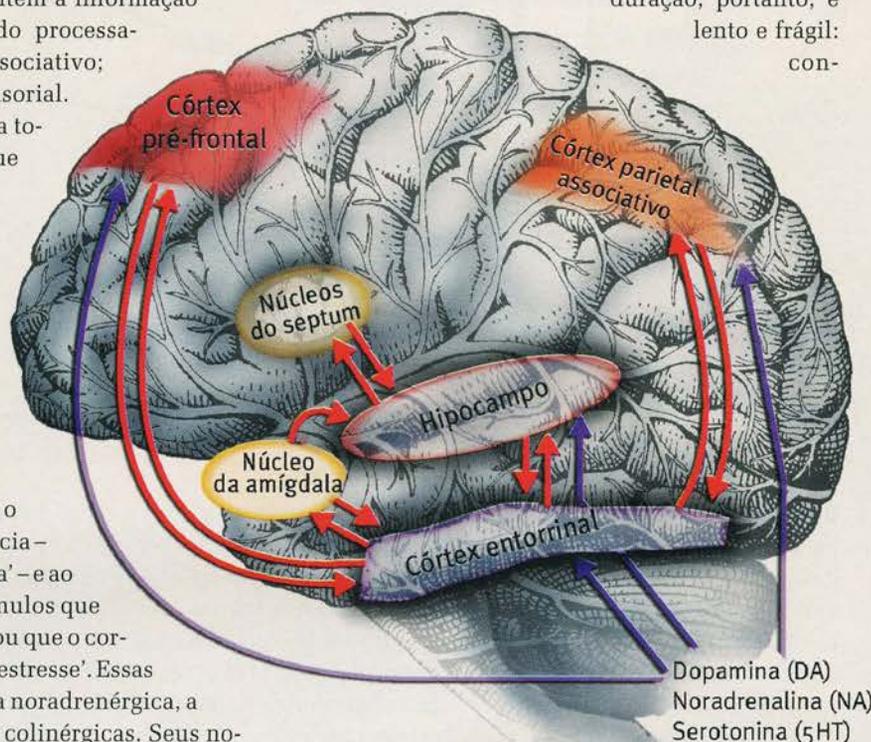


Figura 1. Principais áreas envolvidas na formação de memórias declarativas de curta e de longa duração, e suas principais conexões

siste de muitas etapas e qualquer uma delas pode falhar. Por outro lado, várias dessas etapas (as fases 1 e 6 especialmente) são sujeitas a poderosos mecanismos de modulação.

O estado de alerta, o estresse e a ansiedade – estados regulados pelos hormônios corticosteróides e adrenalina – podem modular positiva ou negativamente o processo de formação de memória de longa duração, já que esses hormônios atuam diretamente na atividade de proteínas quinases (G e C especificamente) (fases 1 a 3). O excesso desses hormônios pode desfavorecer os processos hipocâmpais de formação da memória bem como de sua evocação.

As vias vinculadas com o afeto (dopaminérgicas), emoções (noradrenérgicas) e estado de ânimo (serotoninérgicas) estimulam ou inibem a cadeia de eventos associados às proteínas CREB e à proteína quinase A que, ao atuar sobre a adenilato ciclase, alteram os níveis de AMPc.

Sequência de eventos na formação da memória

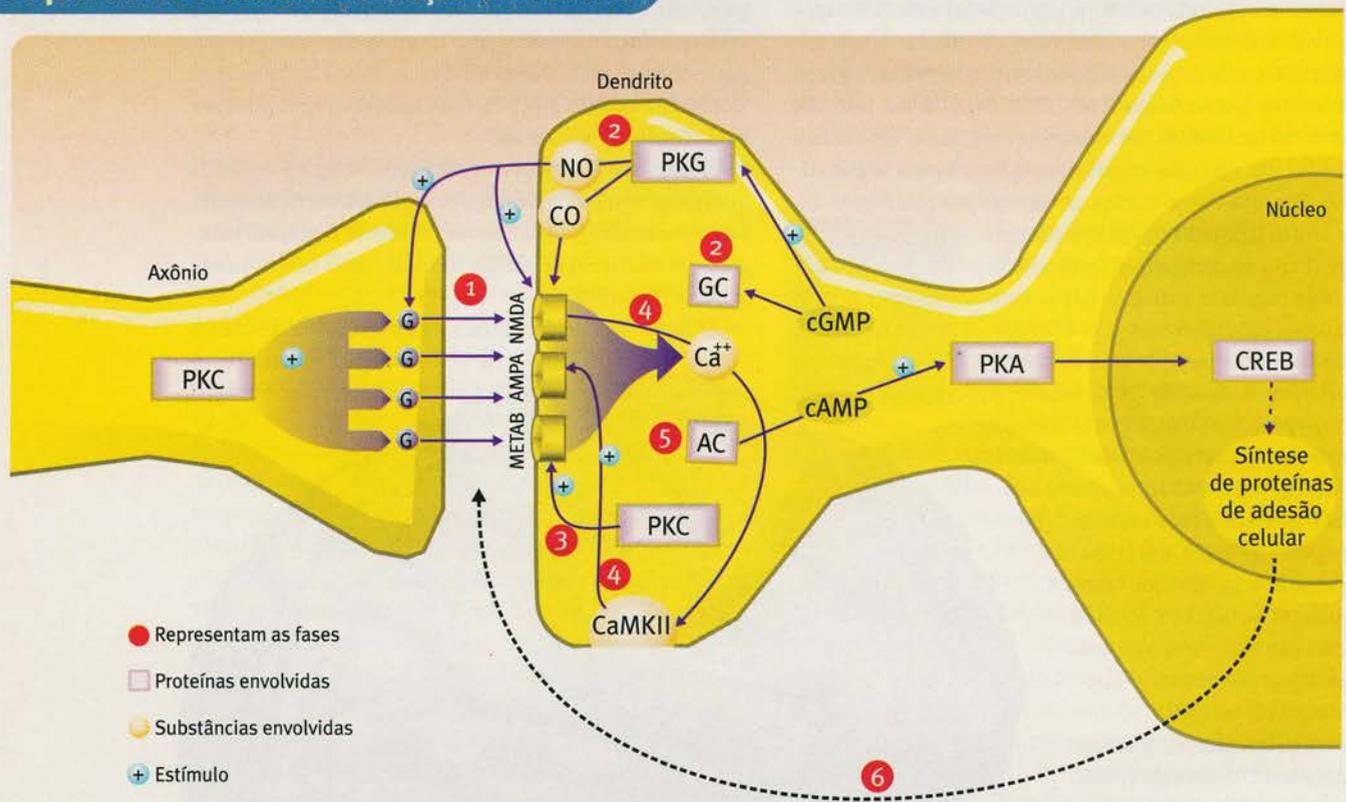


Figura 2. Principais sistemas bioquímicos necessários para a formação de memórias declarativas na região CA1 do hipocampo. O processo dura de três a seis horas

De maneira geral, para que um estímulo chegue com sucesso a seu destino no cérebro, é necessário que a informação seja passada de célula a célula. Isto é feito com a ajuda de neurotransmissores. Os neurotransmissores são moléculas lançadas nas sinapses (espaço entre dois neurônios) que, ao se ligarem a receptores específicos presentes na membrana da célula a ser estimulada, desencadeiam uma cascata de reações bioquímicas.

O ácido glutâmico (G) é o neurotransmissor que desempenha papel-chave na construção da memória de longa duração. Ao se ligar a seus receptores (METAB, AMPA e NMDA) – fase 1 –, o ácido glutâmico ativa uma enzima celular chamada guanilil-ciclase que, por sua vez, passa a produzir o guanilil-monofosfato cíclico (cGMP), que atua como segundo mensageiro. Este ativa a proteína quinase G (PKG) que interage com as enzimas que produzem óxido nítrico (NO) e monóxido de carbono (CO) (fase 2).

Esses gases estimulam fortemente a ação do ácido glutâmico (G) tanto em nível pré-sináptico – agindo na célula que liberou esse neurotransmissor – como em nível pós-sináptico, isto é, na célula que liga o neurotransmissor. A ação do NO e do CO dura de segundos a minutos.

Além dessa cascata de reações, a ligação do ácido glutâmico a seu receptor na membrana também é capaz de ativar outra proteína – a proteína quinase C (PKC). Esta também tem o papel de favorecer a transmissão glutamatérgica mantendo-a por pelo menos meia hora (fase 3). A ligação do ácido glutâmico a seu receptor (NMDA) promove o aumento do cálcio intracelular (Ca²⁺). Este íon ativa uma proteína quinase dependente de cálcio (CaMKII), que atua diretamente sobre um receptor específico do ácido glutâmico (AMPA), cuja ação se estende por mais três horas (fase 4).

Entretanto, para que aquele es-

tímulo ora recebido seja fixado para constituir uma memória de longa duração, é necessário que proteínas envolvidas na adesão celular ‘sedimentem’ as sinapses recém-estimuladas. Para isso, é necessário que o ácido glutâmico ative a adenilil-ciclase (AC) – enzima que produz outro segundo mensageiro, o AMP cíclico (cAMP), que por sua vez ativa uma outra proteína quinase (PKA) – fase 5. Esta ativa as proteínas nucleares CREB que regulam a transcrição gênica de diversas proteínas, entre elas proteínas de adesão celular. Essa sequência de eventos dependentes de CREB começa a atuar umas três horas depois da aquisição de cada memória e se estende até umas seis horas. A chegada de proteínas de adesão àquela sinapse causa alterações morfológicas (crescimento ou diminuição) cinco a sete horas após a aquisição (fase 6).



A memória de curta duração

Durante anos houve dúvidas acerca de se o(s) sistema(s) de memória de curta duração, que mantêm a função mnemônica em operação enquanto CA1 e suas conexões vão formando cada memória de longa duração, são independentes desse último processo, ou apenas uma etapa do mesmo. Em suma, questiona-se se as memórias de curta e longa duração são etapas de um mesmo fenômeno ou, pelo contrário, são eventos paralelos, embora vinculados (figura 3). O problema central nos estudos sobre memória foi formulado pela primeira vez pelo psicólogo e filósofo norte-americano William James (1842-1910) em 1890. A solução dessa questão depende de um experimento que mostre a possibilidade de obter memória de longa duração na ausência de memória de curta duração, para a mesma experiência no mesmo animal, ou de outro experimento que prove que isso é impossível.

Durante décadas, a falta de drogas adequadas para realizar esses experimentos não permitiu sua realização. De posse de muitas drogas de ação molecular conhecida, conseqüência dos estudos sobre a bioquímica da memória em CA1, foi possível realizar experimentos mostrando que a segunda possibilidade é a verdadeira: a memória de curta duração

abrange processos independentes e paralelos aos da formação da 'memória de longa duração', porém vinculados à última. Ao todo, o autor e seus colaboradores descreveram em 1998 mais de 10 tratamentos diferentes que, quando ministrados em CA1, no córtex entorrinal ou em outras regiões do córtex, cancelam completamente a 'memória de curta duração' sem afetar a de longa duração, no mesmo animal, e para a mesma experiência.

Esses achados têm implicações clínicas importantes. Em muitos casos de demência, no delírio, em alguns quadros de tumores ou lesões do lobo temporal e em vários casos de depressão, há falhas seletivas de um ou outro tipo de memória. O paciente não lembra como chegou ao consultório hoje, mas sim como chegou ontem, ou outros fatos ou eventos do dia anterior ou de horas atrás. Ou, pelo contrário, o paciente é capaz de guardar informação durante vários minutos ou umas poucas horas mas depois não lembra do acontecido.



A evocação das memórias

Curiosamente, sabemos mais acerca da formação dos diversos tipos de memória que sobre os processos de sua evocação; isto, apesar de que a queixa principal dos pacientes amnésicos (a que, de fato, os qualifica como tais) é um déficit na evocação: "Doutor, não consigo lembrar de...".

Conhecemos as principais áreas envolvidas em, ou necessárias para, a evocação de memórias declarativas e de procedimentos. São basicamente as mesmas utilizadas para sua formação; só que, no caso das memórias declarativas, com o passar do tempo, na medida em que as memórias se tornam mais velhas, o hipocampo, a amígdala e o córtex entorrinal passam a ter um papel menos importante. Uma memória de um dia requer a integridade de todas essas estruturas. Uma memória de vários dias requer, para sua evocação, do córtex entorrinal, mas não o hipocampo ou a amígdala. Uma memória suficientemente antiga (isto, no rato, corresponde a uma memória de dois ou três meses de idade) requer a integridade física do córtex parietal posterior, mas não a das demais estruturas mencionadas. Na evocação, intervêm, nas áreas requeridas, a transmissão glutamatérgica excitatória corrente, através de receptores AMPA.

A evocação das memórias declarativas e dos hábitos é tão sensível à modulação por fatores emocionais, pela ansiedade ou pelo estresse como à sua formação. Ao contrário da última, os mecanismos íntimos dessa modulação, no caso da evocação, não são bem conhecidos.

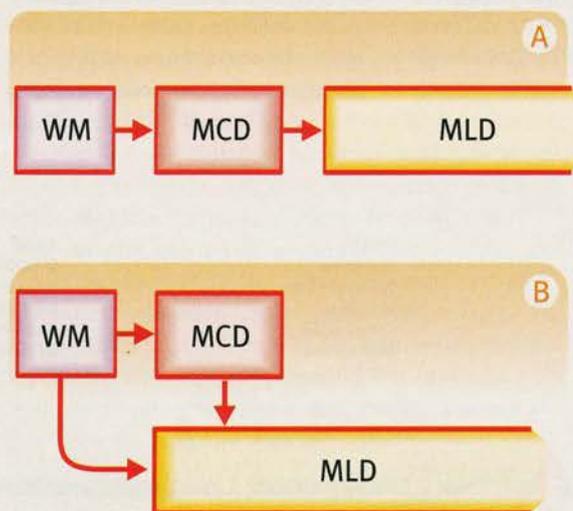


Figura 3. As duas possibilidades de interconexão entre 'memória de trabalho' (WM), memória de curta duração' (MCD, até três a seis horas), e 'memória de longa duração' (MLD, maior que seis horas, dias, anos). A) seqüencial; B) processamento paralelo, porém vinculado, de MCD e MLD. Recentes experimentos demonstraram que a segunda possibilidade (B) é a verdadeira.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- CAHILL F. e McGAUGH J.L. Mechanisms for emotional arousal and lasting declarative memory in *Trends in Neurosciences*, 21, 294-299, 1998.
- FREY U. e MORRIS R.G.M. Synaptic tagging: implications for late maintenance of hippocampal long-term potentiation in *Trends in Neurosciences*, 21, 181-188, 1998.
- IZQUIERDO I. e MEDINA J.H. Memory formation: The sequence of biochemical events in the hippocampus and its connection to activity in other brain structures in *Neurobiology of Learning and Memory*, 68, 285-316, 1997.
- IZQUIERDO I., BARROSD.M., MELLO E SOUSA T., SOUSAM.M., IZQUIERDO L.A. e MEDINA J.H. Mechanisms for memory types differ in *Nature*, 393, 635-636, 1998.
- IZQUIERDO I. e MEDINA J.H. On brain lesions, the milkman and Sigmunda in *Trends in Neurosciences*, 21, 423-426, 1998.

Um inusitado elo com o passado

De acordo com o dicionário, coprólito significa simplesmente excremento fóssil. Mas, para a paleontologia, os dejetos petrificados de animais que habitaram a Terra há milhões de anos estão carregados de informações. Aspectos climáticos, geológicos, de interação dos organismos na cadeia alimentar e até de migração das espécies podem ser descobertos com a análise de tais estruturas.

Recente pesquisa feita com coprólitos da formação Santa Maria, no Rio Grande do Sul, confirmou dados já levantados sobre os hábitos de dinossauros e outros vertebrados que viveram na região no período Triássico, ou seja, há aproximadamente 230 milhões de anos. O trabalho foi realizado por Paulo Roberto de Figueiredo Souto, paleontólogo do Departamento de Geologia da

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e, segundo ele, serviu para ressaltar a importância das fezes fossilizadas como mais um elo de ligação com o passado.

As primeiras notificações de coprólitos datam do século 17. Mas só em 1822 essas estruturas foram identificadas como excrementos fósseis pelo inglês Gideon Mantell (1790-1852), que julgou ter descoberto restos fecais de ictiossauros, répteis marinhos que viveram há cerca de 65 milhões de anos. Já no século 20, o paleontólogo brasileiro Llewellyn Ivor Price coletou inúmeros exemplares de coprólitos na própria formação Santa Maria.

Foi a análise das amostras recolhidas por Price, que instigou o pesquisador da UFRJ a retomar as pesquisas no Rio Grande do Sul. A localidade é conhecida pelo

grande afloramento de animais fósseis, em geral pertencentes a uma fauna autóctone, isto é, que viveu e morreu naquela região. Próximo às carcaças desses seres pré-históricos, Paulo Roberto encontrou outros coprólitos extremamente bem preservados.

Trabalho de detetive

Tendo em vista a escassez de bibliografia sobre o tema, o pesquisador precisou desenvolver uma metodologia que lhe permitisse a investigação dos coprólitos sem danificar o material. A análise externa consistiu em fotografar, fichar e classificar as amostras quanto à forma; a interna incluiu exames com raios X de emissão, de fluorescência e de difração.

No caso dos raios X tradicionais, de emissão, o objetivo é orientar o corte laminar para veri-

MARCOS DA PESQUISA SOBRE COPRÓLITOS

NO MUNDO

1678

O naturalista inglês Martin Lister descreve a existência de estruturas fósseis na Inglaterra sem identificá-las como coprólitos

1822

O inglês Gideon Mantell (1790-1852) identifica coprólitos na Inglaterra

1933

O alemão R. Fikentscher estuda a composição química dos coprólitos

1946

O norte-americano Wilmot Bradley faz a primeira análise paleoecológica

NO BRASIL

1942

Llewellyn Ivor Price registra a ocorrência de coprólitos no Rio Grande do Sul

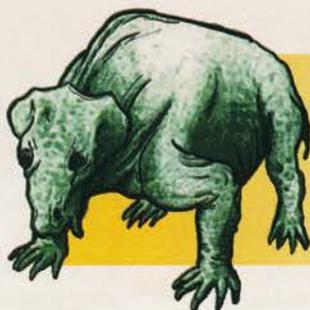
1946

Odorico Albuquerque e Vítor Dequech fazem a primeira descrição de coprólitos no Brasil

ficar alguma estrutura de origem orgânica contida no coprólito. Os raios X de fluorescência são aplicados sobre o pó retirado da amostra para pesquisar as substâncias que a compõem. Já os raios X de difração servem para constatar o processo de fossilização, isto é, as trocas com o meio externo que fazem alguns elementos químicos reduzirem seu número atômico.

De posse dos dados obtidos com a análise geral dos excrementos fósseis, o paleontólogo realizou uma pesquisa com animais da Fundação Rio Zôo, do Rio de Janeiro, para estabelecer correlações entre as fezes triássicas e as atuais. Ele escolheu no zoológico animais pertencentes à mesma classe e com a mesma dieta dos extintos.

A primeira constatação foi que os aglomerados fecais fossilizados muito se assemelhavam aos de animais de hoje e a observação mais curiosa foi que para cada espécie que ocorreu na região havia uma forma de dejetos condizente com seu tipo de alimentação – o que pode ser suposto em função da dentição do animal. “As formas ovóides encontradas estão relacionadas com animais de



Dinodontosaurus turpior excremento de forma ovóide



Associação do respectivo padrão de coprólito com seus prováveis produtores



Prestosuchus chiniquensis excremento de forma cilíndrica



Chiniquodon thetonicus excremento de forma cilíndrica



dieta herbívora. No caso da formação Santa Maria, seriam de herbívoros dicinodontes, espécies muito similares aos atuais hipopótamos”, descreve Paulo Roberto. “Já as formas cilíndricas estariam relacionadas a cinodontes,

animais de dieta onívora como os ursos, que se alimentam de vegetais, carnes e insetos. Aos carnívoros, tanto do Triássico (tecodontes) quanto de hoje (felinos), também corresponderiam fezes em forma cilíndrica.”

1968

O alemão Walter Häntzchell e colaboradores realizam a maior revisão literária sobre a ocorrência de coprólitos em todo o mundo

1991

O norte-americano Richard Thulborn faz nova revisão literária sobre coprólitos

1998

A americana Karen Chin realiza estudo paleoecológico com *Tyrannosaurus*

1960

1980

1980
Luís Fernando Ferreira realiza estudos paleoparasitológicos

1987
Evaldo Ragonha estuda coprólitos de peixe

1988
Antônio Carlos Castro e Ismar Carvalho estudam coprólitos de aves

1990

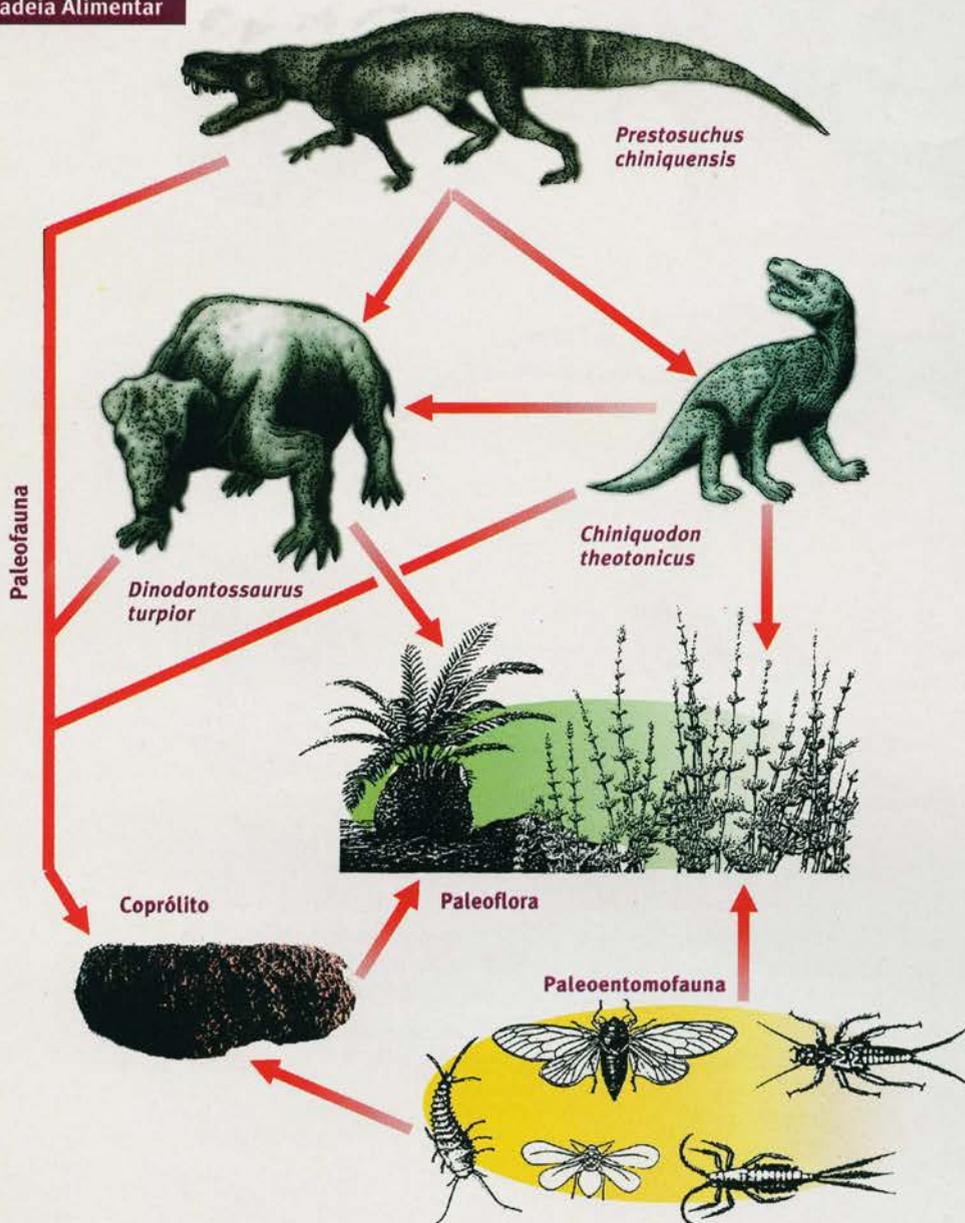
1992
Max Brandt Neto pesquisa coprólitos de répteis

1993
Antônio Carlos Sequeira Fernandes realiza a primeira revisão literária sobre coprólitos encontrados em território brasileiro

1994
Antônio Nascimento Duarte estuda coprólitos de mamíferos

1998
Paulo Roberto de Figueiredo realiza o primeiro estudo paleoecológico no Brasil

Cadeia Alimentar



A pesquisa mostrou que os componentes minerais encontrados nas fezes atuais correspondem aos que foram observados nas amostras de Santa Maria. Naturalmente, por conta do processo de fossilização, alguns elementos químicos presentes nas fezes do Mesozóico apresentaram redução de número atômico e outros se volatilizaram, como é o caso do enxofre e do nitrogênio.

“Essa comparação nos leva a concluir que o coprólito é uma estrutura de padrão conservativo, capaz de resgatar para a paleontologia as relações dos níveis tróficos

(produtores, consumidores primários, consumidores secundários e decompositores) e as condições do ecossistema no momento em que esses excrementos foram depositados”, ressalta Paulo Roberto, que, com base nos excrementos fósseis da formação Santa Maria, esquematizou a cadeia alimentar para o período Triássico naquela localidade.

O passado de Santa Maria

Mais do que informar sobre os hábitos alimentares da fauna que habitou o sul do Brasil há cerca

de 230 milhões de anos, os coprólitos da formação Santa Maria podem colaborar para a identificação de outros aspectos ambientais da época.

Segundo o paleontólogo, é possível supor, por exemplo, que o clima na região era seco, intercalado com períodos de grandes chuvas, nos quais se formariam planícies de inundação, alterando as condições de umidade do ambiente e favorecendo a proliferação de insetos. “Conseguimos deduzir isso porque alguns desses coprólitos apresentam bioturbações características de insetos coprófagos e também gretas de *sinaeresis*, isto é, rachaduras ao redor do excremento típicas de depósito em local aquoso. Talvez eles tenham caído em uma poça de lama e os gases que continham, ao tentarem sair, formavam pequenos corredores em torno das fezes”, explica.

A comprovação dos períodos secos, segundo o pesquisador, fica por conta das raras bioturbações e das gretas de dessecação, profundas e longas na superfície do coprólito. “Tudo o que os excrementos fósseis de répteis mamaliformes e dinossaurídeos me permitiram concluir corroborou com trabalhos anteriores de geólogos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul”, diz.

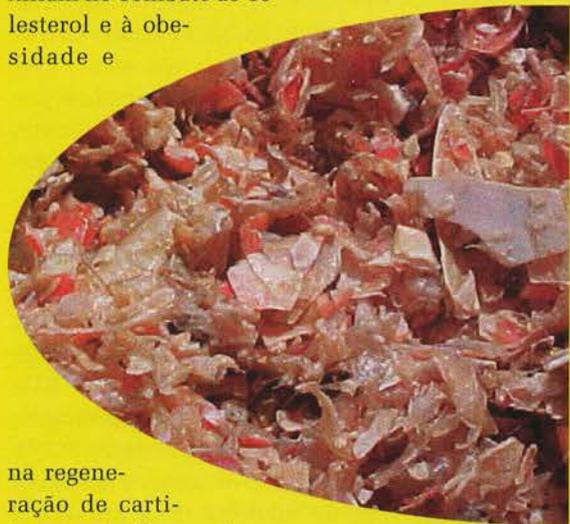
Outro ponto a ser considerado nos estudos do paleoecossistema do estado é o fato de a mesma quantidade de cóprolitos registrada para esse momento geológico ter sido encontrada em outros continentes. Na Índia, por exemplo, há uma grande quantidade de coprólitos correspondente ao mesmo período geológico daquele do Rio Grande do Sul, sugerindo que essas faunas migravam em busca de alimento entre essas placas continentais que na época estavam interligadas.

Bianca da Encarnação
Ciência Hoje/RJ

QUÍMICA Carapaças de lagostas, siris e camarões são matéria-prima para produção de remédios

As qualidades ocultas dos crustáceos

Lagostas, caranguejos e camarões já podem adicionar ao *status* de deliciosos alimentos o atributo de poderosos benfeitores. Químicos da Universidade Federal do Ceará (UFCE) vêm extraindo três substâncias de carapaças de crustáceos e desenvolvendo produtos inéditos no país que auxiliam no combate ao colesterol e à obesidade e



na regeneração de cartilagens e tecidos queimados. A pesquisa foi iniciada há cinco anos, mas a fabricação dos produtos só foi viabilizada a partir de 1997, através de uma parceria entre a Universidade e empresários, que criaram a Polymar, uma das muitas empresas localizadas no Parque Tecnológico (Padetec) da UFCE.

Segundo Alexandre Craveiro, pesquisador do Parque, a substância que mais vem causando sensação no meio científico é a quitosana, usada contra o colesterol. "Ela contribui para a eliminação de ácidos biliares, fator decisivo para a redução do LDL – o mau colesterol", diz. "Ela também se liga a gorduras, formando um com-

plexo indissolúvel que não é absorvido pelo organismo, auxiliando a perda de peso", completa.

Essa capacidade de captação de partículas de gordura também faz da quitosana um excelente controlador de peso, atuando de forma semelhante ao Xenical, droga recém-chegada ao país que auxi-

lia o emagrecimento. De acordo com o pesquisador, a quitosana tem como vantagens ser um produto totalmente natural e não provocar efeitos colaterais.

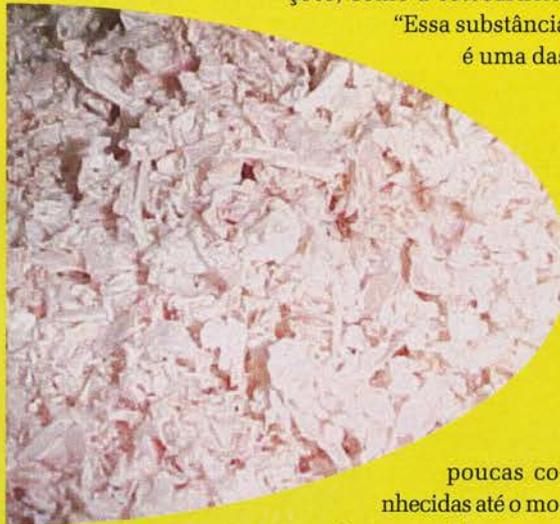
Mais uma aplicação bastante promissora da quitosana são implantes dentários. "Hoje, as membranas usadas nesse tipo de implante têm que ser inseridas e removidas através de cirurgias. Com o emprego de membranas de quitosana, a cirurgia de remoção se torna desnecessária, pois a membrana é absorvida pelo organismo", afirma Craveiro.

Outra substância extraída pelos pesquisadores é a quitina, empregada na regeneração de

tecidos queimados. Ela acelera o processo de cicatrização e tem ação fungicida e bactericida, além de ser biodegradável.

A quitina também foi matéria-prima para a obtenção de mais uma substância, a glucosamina, eficiente no combate de doenças que degeneram as articulações, como a osteoartrite.

"Essa substância é uma das



poucas conhecidas até o momento capaz de regenerar o tecido cartilaginoso", atesta Craveiro. Atualmente, o tratamento de doenças provocadas pelo desgaste das juntas é à base de analgésicos e anti-inflamatórios, que se limitam a diminuir a dor causada por esse desgaste e pela inflamação.

De todos os produtos, apenas o feito à base de glucosamina ainda não está sendo comercializado. Os demais podem ser indicados a pacientes de qualquer sexo ou idade, contanto que não sejam alérgicos a crustáceos.

Danielle Nogueira
Ciência Hoje/RJ

À esquerda, carapaças de crustáceos trituradas são matéria-prima para a produção de medicamentos que permitem a regeneração de cartilagens e agem contra o colesterol e a obesidade

À direita, a quitosana contribui para a eliminação de ácidos biliares, fator decisivo para a redução do LDL – o mau colesterol

FOTOS: CÉCIDIAS POÇA/ALEXANDRE CRAVEIRO

Guerra aos organoclorados

A Universidade Estadual Paulista, o Instituto de Botânica de São Paulo e a Rhodia S.A. juntaram-se para combater um inimigo que há muito atormenta a vida de moradores da Baixada Santista: os organoclorados. O pentaclorofenol (PCF) e o hexaclorobenzeno (HCB), principais resíduos lançados no meio ambiente pela unidade industrial daquela empresa na região, são altamente tóxicos. Acumulados no

postos poluentes”, diz a bióloga Kátia Machado, pesquisadora da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais e consultora do projeto, desenvolvido no Centro de Ensino e Pesquisa do Litoral Paulista, em São Vicente.

Dos 160 fungos examinados, quatro (dos gêneros *Psilocybe*, *Trametes*, *Peniophora* e *Lentinus*) mostraram-se capazes de atacar organoclorados no solo. Embora os mecanismos que levam à de-

mente entre a Rhodia e as duas instituições públicas envolvidas no projeto. “

Se esses processos biotecnológicos se mostrarem eficazes para grandes volumes de solo e forem comercialmente viáveis, a Rhodia deverá utilizá-los futuramente para descontaminar as 38 mil toneladas removidas há tempos de áreas poluídas e estocadas em enormes sacos plásticos depositados na Estação de Espera da empresa, em São Vicente. Os terrenos da Rhodia vêm sendo descontaminados atualmente por processos tradicionais. Ao todo, são 11 pontos que se espalham pela Baixada Santista, de Cubatão, na serra, a Itanhaem, no litoral.

Estados Unidos, Finlândia e Holanda já viveram e ainda vivem problema semelhante ao do Brasil no que diz respeito à presença de organoclorados no solo. Lá a contaminação se deveu principalmente à associação entre PCF e creosoto nas estações de tratamento de madeira. Nos processos biotecnológicos desenvolvidos para degradar organoclorados no solo, os pesquisadores empregaram o cogumelo *Phanerochaete chrysosporium*. Os pesquisadores brasileiros envolvidos no combate aos organoclorados que contaminam a Baixada Santista usaram um procedimento semelhante aos adotados por norte-americanos e europeus, mas tiveram o bom-senso de identificar fungos nacionais para realizar seus experimentos, sem o risco de introduzir um organismo estranho no meio ambiente brasileiro.

Vista aérea da Estação de Espera da Rhodia, onde estão estocados solos contendo organoclorados



tecido adiposo, podem levar ao desenvolvimento de diferentes tipos de câncer.

Os pesquisadores que participam do convênio firmaram seu trabalho selecionando fungos brasileiros capazes de degradar compostos orgânicos poluentes, em especial organoclorados que contaminam o solo. “Sabíamos que alguns basidiomicetos (grupo de fungos que inclui os cogumelos) degradam ligninas e muitos com-

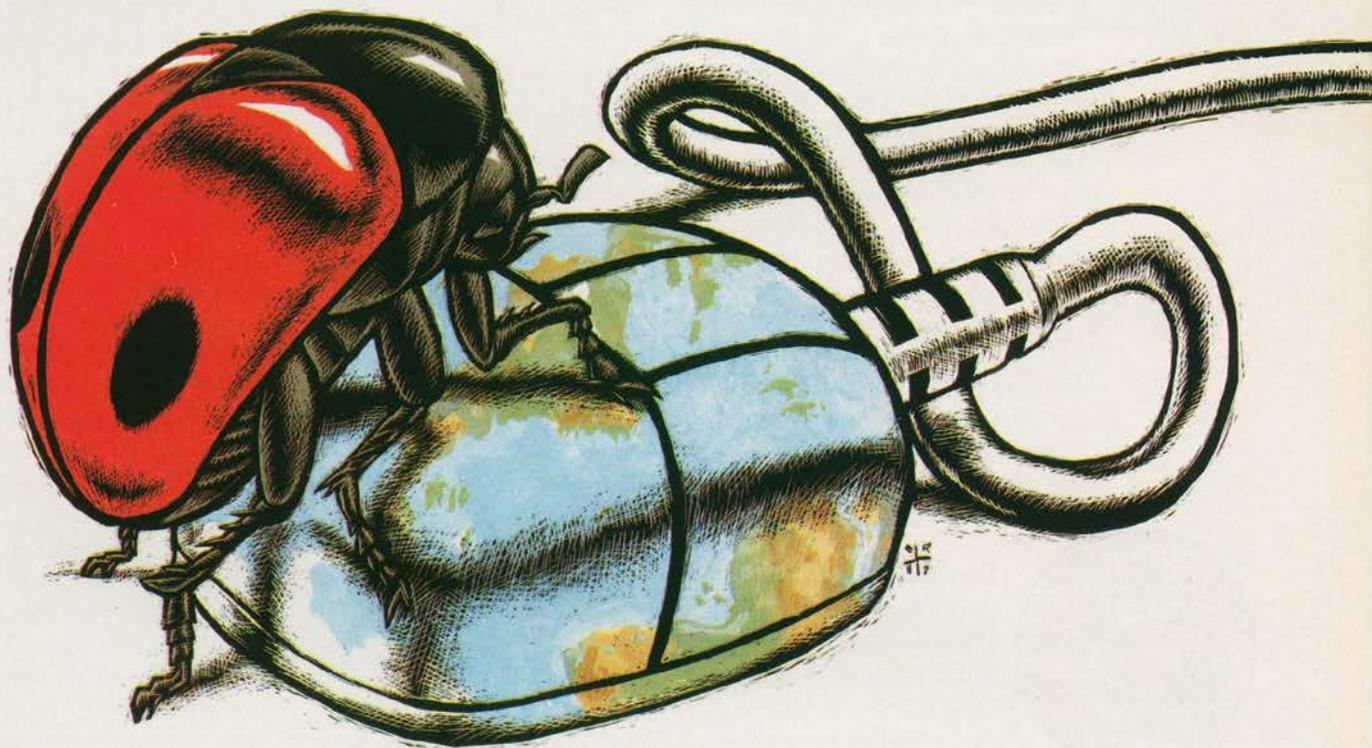
gradação ainda não sejam bem conhecidos, sabe-se que as moléculas poluentes são digeridas pela enzima ligninase.

Os resultados obtidos em laboratório foram promissores, e agora a equipe verifica se eles são válidos também para experimentos feitos numa escala maior, que utiliza volumes de solo da ordem de meia tonelada. Alguns dos resultados obtidos já foram patenteados, devendo os eventuais dividendos ser repartidos igual-

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/MG

INFORMÁTICA Catástrofes produzidas por erro de leitura dos computadores na chegada do ano 2000 são improváveis mas não impossíveis

Até onde temer o *bug*?



Como era esperado, a passagem para o ano 2000 chega cercada de previsões apocalípticas da parte de esotéricos e místicos em geral. Mas adeptos de facções bem diferentes – cientistas, empresários, políticos e banqueiros – também vêm alertando para o perigo que a data pode trazer. Sua maior preocupação é com os computadores. Essas máquinas, que em geral usam apenas dois dígitos para representar as datas, podem interpretar o 00 de 2000 como 1900, uma confusão capaz de trazer muitos inconvenientes. O fenômeno vem sendo chamado de ‘*bug do milênio*’ (*bug*, inseto em inglês, significa erro de leitura em linguagem de informática).

Muito barulho já se fez a respeito do *bug*. As previsões mais pessimistas pintam um cenário catastrófico para o início do ano

2000: panes nos sistemas elétricos e de comunicação, interrupção do funcionamento de hospitais, meios de transporte, fábricas e até mesmo risco de falhas de segurança em sistemas de defesa ou usinas nucleares, que poderiam acarretar um desastre atômico. Há quem preveja um colapso global da economia, com recessão, inflação, desemprego. Um convicto especialista norte-americano levou o alarmismo ao extremo e mudou-se de Nova York para o Novo México, em uma casa com gerador próprio de energia e abastecida para enfrentar um longo inverno de penúria.

Justifica-se tamanho alvoroço? Pesquisadores na área de engenharia de *softwares* de diferentes universidades brasileiras chegam a um consenso: a possibilidade de um desastre de grandes propor-

ções não está excluída, mas é improvável. Para Júlio César Leite, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), “o alarmismo em torno da questão é até positivo, pois faz com que as pessoas tenham consciência do problema”. Em todo caso, “nada se pode prever sobre a verdadeira escala do *bug* antes da virada do ano de 1999 para 2000”, acredita Wilson Pádua, da Universidade Federal de Minas Gerais. Para Roberto de Barros, da Universidade Federal de Pernambuco, um cenário catastrófico só ocorreria no caso de eletricidade e telefonia deixarem de funcionar. “Nesse caso, as coisas poderiam se complicar, mas é muito difícil chegarmos a tal ponto.”

O pessimismo de alguns talvez se deva à grande vulnerabilidade de *softwares* ao *bug*: onde houver ▶

comandos ou operações que contenham a variável data, é possível que o problema se manifeste, podendo acarretar a parada completa de sistemas. No mundo inteiro, há bilhões de linhas de códigos de programas que podem ser afetadas pelo *bug* – o que não significa que o serão. Também os bancos de dados e microprocessadores, que hoje estão presentes em toda parte, dentro de aparelhos de TV, carros, telefones etc., lidam com datas e são, portanto, vítimas potenciais do problema. “Hoje os arquivos são compartilhados, os programas se comunicam através dos bancos de dados”, explica Pádua. Empresas que repararam seus programas continuam vulneráveis ao *bug*: basta que recebam dados não-corrigidos de fornecedores, por exemplo.



Desastres em série

Teme-se o efeito cascata nos eventuais estragos do *bug* do ano 2000 por causa da grande interdependência das empresas e governos na economia global, onde há intensa troca de bens e informações. Mesmo quem não tem nenhum sistema informatizado pode ser afetado pelo problema. Se muitas empresas falirem, como julga possível Barros, seus fornecedores e clientes serão indiretamente atingidos. Uma pane generalizada dificilmente seria contida: “Quando há fogo por toda parte, os bombeiros não dão conta de atender todas as chamadas.”

Teoricamente, quem tem computador de uso doméstico também pode ser atingido, ainda que com prejuízos em menor escala. Usuários de Macintosh não devem temer o *bug*, mas proprietários de PCs podem ter problemas, sobretudo se o sistema operacional for o DOS ou a versão 3.1 do Windows. A Microsoft pôs na Internet as correções necessárias para quem quiser se prevenir. Elas po-

**As possíveis
conseqüências do bug
não se manifestarão
necessariamente no
primeiro dia do ano que
vem. Os problemas
surgem quando um trecho
de um programa que não
está adequado é ativado,
em conseqüência de uma
combinação de
circunstâncias que pode
se produzir não só no
primeiro minuto de 2000**

dem ser obtidas no site <http://windowsupdate.microsoft.com>.

As possíveis conseqüências do *bug* não se manifestarão necessariamente no primeiro dia do ano que vem. Os problemas surgem quando um trecho de um programa que não está adequado é ativado, em conseqüência de uma combinação de circunstâncias que pode se produzir não só no primeiro minuto de 2000. O temor da virada do ano fica por conta dos sistemas operacionais de aviões ou centrais elétricas, por exemplo, ativos em tempo real. No entanto, para Wilson Pádua, “só os problemas mais óbvios serão deflagrados no dia 1º de janeiro, e esses têm grande chance de já terem sido detectados e corrigidos”.

Em todo caso, pequenos problemas já estão aparecendo. No interior da França, um senhor de 105 anos foi convocado pela prefeitura a se matricular na escola elementar. O banco de dados de sua cidade só levava em conta os dois últimos dígitos do ano de nascimento dos habitantes. Tendo



nascido em 1893, para o computador ele estaria em idade de começar a freqüentar as aulas.

A origem do *bug* do ano 2000 é de ordem econômica: a linha de programação era muito mais cara há duas ou três décadas, e cada caractere poupado era importante. Por isso, optou-se por representar os anos com dois dígitos apenas. “Ninguém supunha no início dos anos 70 que os softwares fossem ter vida tão longa”, diz Júlio César Leite.

A economia que se fez no passado pode sair cara hoje: as previsões de gastos com a prevenção do *bug* em todo o mundo chegam a US\$ 600 bilhões, levando-se em conta apenas a reprogramação dos computadores. Indiretamente, muito dinheiro pode ser gasto também nos tribunais. Há previsões de pedidos de indenizações milionárias em caso de não-cumprimento de compromissos devido ao *bug*. Os escritórios de advocacia já se preparam para trabalho suplementar no ano que vem.

O que fazer?

A prevenção pode ser o melhor remédio contra as possíveis conseqüências do *bug*. Ela consiste na adequação de *softwares* e bancos de dados para que a virada do ano seja corretamente interpretada. O trabalho de correção é custoso, mas relativamente simples. Para Pádua, “o princípio do *bug* é trivial, sua escala é que o torna intratável”.

Uma possível solução é a expansão para quatro dígitos do espaço de representação das datas. “Essa talvez seja a solução mais cara e a mais usada pelas empresas”, afirma Roberto de Barros. “Não há razão para mudar o padrão de dois dígitos, uma vez que os usuários já estão acostumados com ele”, diz. “Com isso, estamos criando desde já o problema do *bug* do ano 10000”, brinca.

Há também soluções que permitem que se continue a trabalhar com anos representados por dois dígitos. Em geral, elas consistem na instalação de um novo *software*, que reorienta a leitura das datas. É o caso do janelamento, técnica que consiste em definir para um *software* um intervalo operacional de 100 anos: de 1998 a 2097, por exemplo. Ensina-se o computador a deduzir dos dois dígitos finais a centena e o milhar correspondentes: 97 não correria o risco de ser lido como 1997. Assim, os bancos de dados não precisam ser modificados. “Essa é provavelmente a saída mais barata”, diz Barros. Contudo, ela tem o inconveniente de limitar o armazenamento de dados a um período de 100 anos.

Uma terceira solução vale-se do fato de o ano 2000 ter um calendário idêntico ao de 1972. É possível fazer com que o computador subtraia 28 anos da data lida em suas operações internas para em seguida adicioná-los novamente na interface com o usuário. O problema volta a aparecer dentro de 28 anos. Para Wilson Pádua, “esse é um paliativo que vale para um número limitado de casos”.

Por fim, pode-se ainda reescrever todo o programa, uma solução que, por ser muito cara, é inviável. Para Júlio César Leite, a saída mais recomendável é a mais trabalhosa: a revisão de todo o *software*, em busca de trechos vulneráveis ao *bug*. Na PUC-RJ, Leite colaborou no desenvolvimento de uma tecnologia que dinamiza a identificação e correção de *softwares*.

No entanto, se a reprogramação dos computadores não tem mistério, mais problemática é a detecção dos trechos de programas vulneráveis. “Nem sempre se sabe onde estão as datas”, diz Leite. Wilson Pádua lembra que

muitas empresas sequer têm um inventário dos *softwares* que possui. “Temos um palheiro enorme onde devemos encontrar um número indeterminado de agulhas. Sabemos quantas encontramos até aqui, mas não temos idéia de quantas ainda estão espalhadas.”

Procuram-se programadores de Cobol

Grande parte das empresas e governos estão conscientes da ameaça do *bug* do ano 2000 e já vêm se preparando para enfrentá-lo.

No Brasil, vários bancos, hospitais, companhias telefônicas e elétricas e instituições federais como a previdência social afir-



As previsões mais pessimistas mostram-nos como a tecnologia, concebida para dinamizar e facilitar nossas vidas, pode também rapidamente arruiná-las

mam já estar corrigindo seus *softwares* e bancos de dados. No entanto, Júlio César Leite lamenta a inexistência de um órgão ativo, como nos Estados Unidos, que supervisione e coordene a prevenção ao problema. “É preciso que o governo tenha um papel destacado nessa questão”, acredita.

Provavelmente, não haverá tempo nem dinheiro suficiente para concluir o enorme volume de correções – será preciso priorizar a conversão de determinados *softwares*. Nos Estados Unidos, o Pentágono e o instituto de

previdência social já avisaram que não poderão corrigir todos os dados a tempo. A menos de um ano da data prevista para o *bug*, pode ser tarde demais para quem ainda não começou a trabalhar no problema.

A tomada de consciência do *bug* é recente, o que produziu uma intensa procura por mão-de-obra especializada nas correções. Como a maior parte dos *softwares* vulneráveis ao *bug* do ano 2000 foi programada em Cobol, estão sendo procurados sobretudo os programadores que dominam essa linguagem, muitos deles já aposentados. Parte dos programadores recém-formados desconhece o Cobol. Além de despreparada, a mão-de-obra pode ser escassa: nos Estados Unidos e na Europa, a demanda por técnicos em informática supera a oferta. Países como a França estão recrutando trabalhadores estrangeiros, tentando atraí-los até mesmo com a oferta de vistos de permanência no país.

O episódio do *bug* do ano 2000 serve para refletirmos sobre o estado de dependência dos computadores em que vivemos. As previsões mais pessimistas mostram-nos como a tecnologia, concebida para dinamizar e facilitar nossas vidas, pode também rapidamente arruiná-las. Não custa lembrar que, independentemente da dimensão que o *bug* do milênio possa assumir – isso breve saberemos –, o nome que foi dado ao episódio é impróprio: afinal, o século 21 e o terceiro milênio só começam de fato no dia 1º de janeiro de 2001.



Bernardo Esteves

Especial para *Ciência Hoje*/MG

Novas propostas para o saneamento básico

Como fazer para que as menores comunidades brasileiras tenham acesso à água potável? Qual a melhor alternativa para o tratamento do esgoto? Que destino dar ao lodo produzido pelas estações de tratamento? Quais as opções para redução e reciclagem dos resíduos sólidos? Estas questões estão na pauta do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab), que em 1997 selecionou especialistas de várias instituições de pesquisa do país para desenvolver e popularizar tecnologias voltadas às redes de água, esgoto, lixo e lodo. Financiado pela Finep, CNPq, Caixa Econômica Federal e Capes, o Prosab está em fase de conclusão. Os resultados do programa e suas estratégias de implantação foram apresentados no 2º Seminário de Avaliação, realizado em dezembro, no Rio de Janeiro.

Cobertura de Bianca da Encarnação
Ciência Hoje/RJ

FOTOS CEDIDAS PELO PROSAB

Projeto-piloto de filtração em múltiplas etapas



TECNOLOGIA AO ALCANCE DAS PEQUENAS COMUNIDADES

Simplicidade de manutenção e operação foi a premissa que levou a equipe da rede de águas de abastecimento do Prosab a propor a Filtração em Múltiplas Etapas (FiME). O projeto é uma alternativa para o tratamento da água em pequenas comunidades carentes de mão-de-obra especializada e tem como principal característica a descontaminação do líquido sem o uso de coagulantes químicos.

Como o próprio nome sugere, a FiME consiste em passar a água

por várias etapas de filtragem em meios granulares de diferentes tamanhos. O sistema começa com três unidades de pré-filtro dinâmico, nos quais os obstáculos às impurezas são pedregulhos. Em seguida, os efluentes seguem para um reservatório onde tem início a filtração lenta. Nesta etapa, os principais meios filtrantes são areia, manta sintética e carvão ativado, de origem mineral.

De acordo com o coordenador nacional da rede, Luiz Di Bernardo, da Escola de Engenharia de

UMA OPÇÃO ANAERÓBICA

No Brasil, apenas 35% da população tem acesso à coleta de esgotos e, deste total, cerca de 10% contam com serviço de tratamento. Em outras palavras, 10 bilhões de litros de esgoto bruto são lançados diariamente em mares, rios e lagoas. Para amenizar essa situação, o Prosab desenvolveu uma técnica de tratamento que tem as bactérias anaeróbias como elemento-chave.

Em estações de tratamento de esgoto convencionais adotam-se bactérias aeróbias; conseqüentemente, o esgoto tem de estar a céu aberto. Quando o espaço para tratamento é reduzido, é preciso gerar oxigênio artificialmente para que esses microrganismos se mantenham vivos, o que requer grande consumo de energia elétrica. Logo, trabalhar com bactérias que dispensam o oxigênio para fazer a síntese celular elimina o consumo de energia e reduz a necessidade de grandes áreas.

“A nossa proposta permite tratar o esgoto em ambiente fechado e reduz consideravelmente outro problema: a geração de lodo. No Brasil este ainda é um problema pequeno porque estamos começando a tratar o esgoto. Mas e no futuro, o que fazer com o lodo?”, indaga José Roberto Campos, da Escola de Engenharia de São Carlos/USP e coordenador nacional da rede de tratamento de esgoto do Prosab.

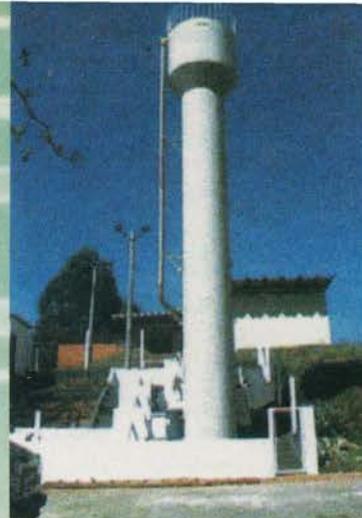
A questão do lodo também é discutida no Prosab. Vale destacar, no entanto, que os resultados das pesquisas com o uso de bactérias anaeróbias indicam que elas produzem um quinto do lodo que resulta do trabalho das aeróbias. Para José Roberto, é uma economia significativa se for levada em conta a re-

dução de caminhões para transporte desse substrato.

Por falar em números, os técnicos do Prosab calculam que o custo do metro cúbico de esgoto tratado por processo aeróbio, que é de cerca de R\$ 0,40, pode cair para R\$ 0,10 com a adoção da tecnologia anaeróbia.

Mesmo empolgado com a positiva relação custo/benefício obtida nas pesquisas com as bactérias anaeróbias, o coordenador faz questão de destacar o processo de tratamento de esgoto por escoamento no solo que está sendo pesquisado por outras universidades. “À medida que você joga um esgoto no chão e ele está muito encharcado, aparecem as bactérias anaeróbias, aeróbias e outros microrganismos. Depois de seco, atuam só as aeróbias. Mesmo que esse processo necessite de grandes áreas, as regiões que receberem o esgoto estarão absorvendo nitrogênio, fósforo e potássio. Isso é adubo.” Segundo ele, é preciso ter cuidado apenas para não contaminar o lençol d’água. “Mas é uma boa solução para o Brasil. Nas regiões de seca, em vez de jogar o esgoto no mar, ele poderia ser bombeado para uma área deserta. Com o passar dos anos, o resultado seria um oásis. Fizeram isso em Las Vegas e funcionou.”

Além da USP de São Carlos, fazem parte da equipe do Prosab na rede de esgotos as universidades Federal da Paraíba, Federal do Rio Grande do Sul, Federal do Rio Grande do Norte, Federal de Minas Gerais, Estadual de Campinas e a Pontifícia Universidade Católica do Paraná.



Reator anaeróbico: opção no tratamento de esgoto

São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), monitoramentos físico-químico e bacteriológico realizados nos projetos-piloto de São Carlos e Brasília comprovam que, depois de passar pelo novo processo, a água encontra-se em condições de ser consumida, livre de impurezas e de microrganismos.

“Em 99% das estações de tratamento de água é realizada a filtração rápida com descontaminação por coagulação química”, diz. Segundo ele, o processo também é eficiente para obter água potável, mas não funciona em comunidades que carecem de mão-

de-obra qualificada para operar o sistema e dosar o produto químico na quantidade ideal. Por falta de técnicos, as estações funcionam precariamente e as pessoas terminam consumindo a água dos mananciais sem qualquer tratamento.

A idéia do coordenador é implantar a FiME em comunidades de até 25 mil habitantes, que pelos seus levantamentos correspondem a 60% dos municípios brasileiros. “A vantagem da filtração múltipla é que a própria comunidade pode se apropriar da tecnologia. Basta ir aos tanques uma vez por dia raspar a areia,

passar um ancinho na camada de pedregulho e dar uma descarga”, entusiasma-se.

Luiz Di Bernardo afirma que, ao contrário da filtração rápida, a múltipla requer grandes áreas para a construção dos vários tanques por onde a água vai passar. “Mas espaço físico não chega a ser um problema no interior do Brasil”, argumenta.

A Universidade de Brasília, parceira da USP de São Carlos no projeto de filtração em múltiplas etapas, tem trabalhado com as águas do lago Paranoá e dado ênfase também à remoção das algas.

EM DIA

OS DESTINOS DO LIXO

Diante da inexistência de uma política nacional para o setor de resíduos sólidos urbanos, cada município brasileiro dá ao lixo o destino que está ao seu alcance – aterros sanitários ou simplesmente lixões. Como consequência, em muitas localidades, o meio ambiente sofre com a geração de poluentes hídricos, atmosféricos e do solo. Neste contexto, a atuação do Prosab foi enfatizar as técnicas de minimização, reutilização e reciclagem dos resíduos.

Dos projetos desenvolvidos pelas universidades que participam da linha de pesquisa sobre o lixo, o seminário destacou o trabalho do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que apresentou um processo de atenuação das características tóxicas dos chorumes provenientes de aterros sanitários. O chorume é um líquido resultante da degradação do material orgânico que entra em contato com a água de chuva. É altamente tóxico pela sua concentração de nitrogênio na forma de amônia.

Quando o chorume é colocado em contato com o composto orgânico ou com o vermicomposto, produzido por minhocas, tem-se como resultado a miscela coloidal, que aprisiona os metais pesados como se fosse um imã. “Ela não elimina, mas atenua as car-

gas tóxicas do líquido”, diz o mentor do projeto e coordenador nacional da rede de pesquisas sobre o lixo, Francisco Bidone.

Já o Departamento de Engenharia Civil e o de Materiais, da Universidade Federal de São Carlos, tem se dedicado à avaliação do plástico duro, conhecido como plástico *pet*, e do plástico filme, usado nos sacos de supermercado. Segundo Bidone, a proposta de descontaminação do plástico filme e sua reutilização como papel sintético apresenta resultados extremamente satisfatórios. Com relação ao duro, estão sendo testadas suas características para saber até que momento ele pode ser reciclado.

A Universidade Federal do Mato Grosso está desenvolvendo um *software* para determinar a composição do resíduo e o volume total a ser recolhido em determinada região. Com o programa, é possível otimizar os caminhos da coleta e definir o equipamento mais adequado para fazer a retirada dos resíduos. Pesquisas relacionadas à compostagem e vermicompostagem também fazem parte do trabalho da instituição.

A Unicamp optou pela triagem do lixo de 70 domicílios de Campinas, enfatizando o segmento de embalagens. A meta é criar uma proposta de minimização, ou seja, fazer a chamada redução na fonte.

“Todos esses trabalhos têm ligação com uma proposta de educação ambiental”, ressaltou Francisco Bidone. O grupo de pesquisas sobre o lixo também vai resumir num manual tudo aquilo que desenvolveu para o Prosab. O alvo são os engenheiros que poderão diminuir os custos de suas prefeituras com a adoção de técnicas alternativas para reciclagem dos resíduos sólidos urbanos.

Leito de secagem de estação de tratamento de esgoto anaeróbia



Leito de secagem de estação de tratamento de esgoto anaeróbia

RESÍDUO FÉRTIL

A política para o tratamento da água surgiu nos anos 60. A preocupação com o esgoto veio mais tarde, nos anos de 80. Hoje, começa-se a pensar o que fazer com o resíduo resultante do tratamento do esgoto e da água: o lodo. A conclusão dos pesquisadores do Prosab é de que o melhor aproveitamento desse material seria como fertilizante.

A produção de lodo pastoso varia de 27 a 30 toneladas por 100 mil habitantes por ano, o que corresponde a cerca de 35% do que essas pessoas produzem de lixo no mesmo período. Há aproximadamente 20 anos acreditava-se que o lodo resultante das estações de tratamento de água (ETA) poderia retornar ao ambiente sem problema. Atualmente, sabe-se que todo tipo de lodo precisa ser tratado por conta do nível de toxicidade dos metais pesados que contém, especialmente o alumínio. De acordo com os ambientalistas, também é preciso estar atento aos micropoluentes orgânicos persistentes no solo, sobre os quais pouco se conhece no Brasil.

O tratamento inclui a desidratação, para redução do volume, e a desinfecção, porque acumula microrganismos patogênicos. Depois de passar por esses processos, o lodo é considerado ambientalmente estável: sem odor e com teor patogêno reduzido. “Entramos, então, na fase final que é a aplicação agrônômica”, diz Fernando Fernandes, coordenador nacional das pesquisas sobre lodo do Prosab e membro da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). “Estamos realizando experimentos em vários tipos de solo, com diferentes dosagens de lodo e com culturas distintas. O objetivo é avaliar a persistência de microrganismos, o nível de concentração de metais pesados no solo e a eficiência desse resíduo como fertilizante.”

Esses testes permitem que a Sanepar e todas as outras instituições que fazem parte do projeto (USP de São Carlos, universidades Federal do Espírito Santo e Estadual de Londrina) organizem os resultados para a elaboração de um manual de uso agrícola do lodo. “Nesse trabalho com o lodo, o mais importante é que estamos gerando um conhecimento pioneiro no Brasil nesta área”, conclui o coordenador das pesquisas.



Usina de triagem, compostagem e destino final de Cuiabá

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

FUNDADOR DE CIÊNCIA HOJE GANHA PRÊMIO KALINGA 98

Ennio Candotti, professor de física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), foi escolhido pela Unesco para receber o prêmio Kalinga relativo ao ano passado. A entrega estava prevista para o dia 5 deste mês, em Nova Délhi, Índia. O prêmio é concedido, desde 1951, àqueles que se destacaram na realização de projetos de divulgação científica. A candidatura de Candotti foi apresentada pela Academia Brasileira de Ciências e pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), órgão que o físico presidiu por dois mandatos consecutivos entre os anos de 1989 e 1993. Ennio foi um dos cinco pesquisadores que fundaram as revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, na década de 80, e ainda estimulou a criação da similar argentina *Ciencia Hoy* e do *Jornal da Ciência*.



ZOOLOGIA

LABIRINTO DE PLÁSTICO PRESERVA VIDA DE SURICATAS

A única família de suricatas existente no Brasil, adquirida pela Fundação Parque Zoológico de São Paulo em 1997, passou a fazer seus passeios subterrâneos em túneis de PVC desde o início do ano. Originários da África do Sul, os suricatas são pequenos mamíferos que cavam túneis embaixo da terra, onde acabam se encontrando com outras espécies que partilham o mesmo hábito. Essa intensa vida social dos suricatas estava ameaçada, pois a terra brasileira, diferente das planícies desérticas da África do Sul, é muito fofa, não resistindo à movimentação dos animais. "Ela acabava cedendo, soterrando os bichinhos", diz a bióloga Ana Beresca, que trabalha no zoológico. Para evitar este problema, foram inseridos tubos de PVC nas jaulas dos suricatas por onde, desde janeiro, os animais passeiam, não mais correndo o risco de serem pegos de surpresa por uma avalanche de terra.



FOTO: GLÓRIA JAFET/ZOO SP

NUTROLOGIA

ALIMENTOS NA REDE

Para quem faz dieta ou pretende melhorar a qualidade de sua alimentação, encontra-se disponível na Internet a Tabela brasileira de composição de alimentos. Organizada pelo Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (USP), a tabela fornece informações sobre mais de 400 alimentos; produtos industrializados, cereais, frutas, verduras e peixes de diversas regiões do país integram a lista. Na tabela, estão indicadas, além das calorias, a composição mineral, a quantidade de proteínas, carboidratos, gorduras e água presentes nos alimentos. O endereço é: <http://www.usp.br/fcf/tabela/comp1.htm>

EDUCAÇÃO

UMA AULA DE CIÊNCIA EM TERCEIRA DIMENSÃO

Um mapa do estado de Pernambuco de 100 m de comprimento em que estão representados o relevo, a distribuição mineralógica e as rodovias, entre outros detalhes, é uma das novas atrações que o Parque da Descoberta Científica oferece desde dezembro no Espaço Ciência de Pernambuco. Com 60 mil m², o parque é o maior em área especializado em ciência no Brasil. Inaugurado em 1994, o museu foi financiado pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe). Além de andar sobre o mapa gigante, os visitantes ainda podem ver de perto fósseis e réplicas em tamanho natural de preguiças gigantes e de tigres-dentes-de-sabre, datados de 10 a 100 mil anos atrás, recentemente encontrados pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e entender o funcionamento de moinhos e cata-ventos, através de uma fonte d'água movida por energia eólica. O museu também dispõe de um manguezal natural de mais de um hectare e vem trabalhando num projeto de apoio ao ensino, montando laboratórios em 20 pontos estratégicos de Recife para capacitação de professores.



DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

CH PROMOVE CONCURSO DE FOTOS

Ciência Hoje acaba de lançar o 1º Concurso Em Foco/*Ciência Hoje* de Fotografias, com o objetivo de estimular os jovens pesquisadores e fotógrafos amadores a divulgarem suas imagens científicas, parte importante do trabalho de pesquisa. Desde sua reformulação editorial, em julho do ano passado, *Ciência Hoje* criou novas seções, uma das quais destinada à fotografia científica. Batizada de Em Foco, a seção pretende aliar fotos esteticamente interessantes a uma boa técnica e a notícias curtas sobre pesquisas e descobertas das diversas áreas do conhecimento. Para participar do concurso, basta enviar as fotos – não há limite para quantidade de fotos –, em cópias em papel ou cromo, acompanhadas de um texto-legenda de 15 linhas, descrevendo a pesquisa que originou a imagem. O fotógrafo/pesquisador deverá indicar seu nome completo, instituição, endereço, telefone e e-mail. O material deve ser remetido para a redação de *Ciência Hoje*: Av. Venceslau Brás, 71 fundos, casa 27, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, Cep: 22290-140. O prazo final para a entrega é 31 de maio de 1999. As fotos serão julgadas de acordo com sua qualidade, atualidade e interesse da pesquisa realizada. Os cinco melhores trabalhos serão publicados na seção Em Foco e os vencedores ganharão uma assinatura anual da revista *Ciência Hoje*.



MEDICINA

ÁLCOOL PREJUDICA O FETO ATÉ NO INÍCIO DA GRAVIDEZ

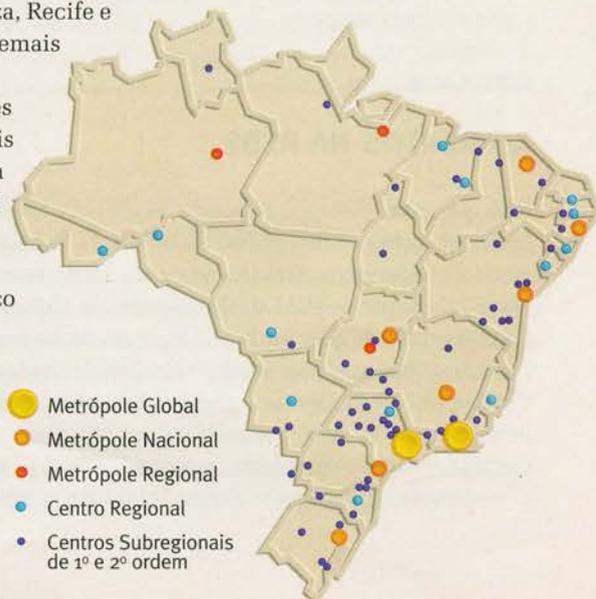
Pesquisa realizada no Instituto de Ciências Biomédicas da USP mostra que o consumo de álcool antes ou durante a gravidez pode interferir no desenvolvimento do sistema nervoso da prole. As conseqüências podem ser dificuldades de aprendizagem, deficiências na memória e no desenvolvimento motor, além de alterações comportamentais. Na pesquisa, realizada com ratos, o álcool foi introduzido na dieta das fêmeas em diferentes estágios – antes da gravidez e durante toda a gestação. Segundo Gerson Chadi, coordenador da pesquisa, nos dois casos, as fêmeas apresentaram em sua prole alguns ratos com problemas de degeneração neural. Em outro grupo de animais, em que foi testada uma dieta alcoólica baixa (37%), também ocorreram problemas no desenvolvimento do sistema nervoso. Relacionando os dados de sua pesquisa ao organismo humano, Chadi diz que a mulher que bebeu, mesmo socialmente, no primeiro mês da gestação pode gerar um feto com problemas neuronais, mesmo que ela pare de beber a partir da confirmação da gravidez. Isso porque o primeiro mês da gestação é um período importante no desenvolvimento do sistema nervoso central.



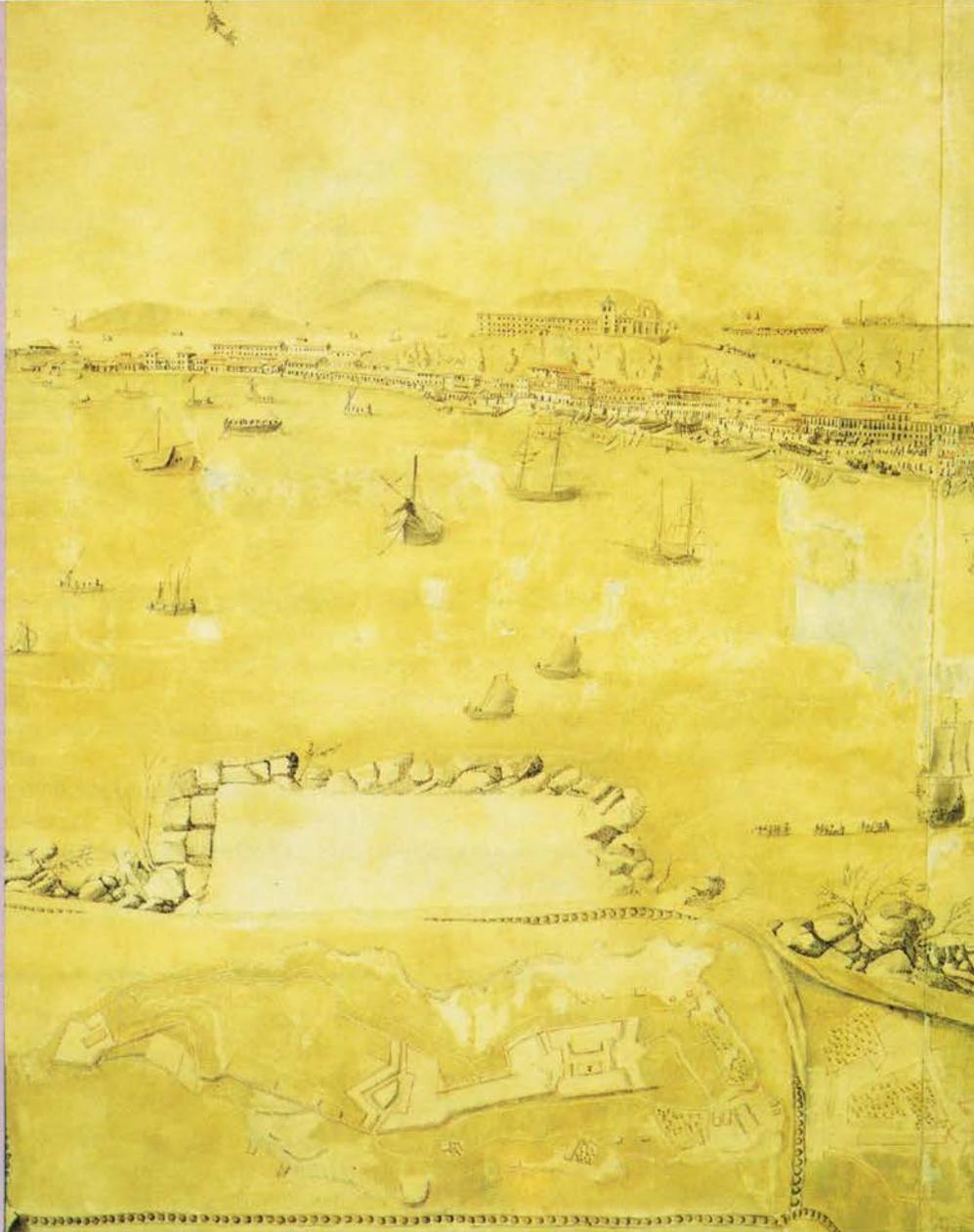
GEOGRAFIA

RIO E SÃO PAULO SÃO LÍDERES NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

A análise completa das novas tendências do processo de urbanização brasileiro já está disponível no estudo “Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil”, um projeto realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) em cooperação com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O estudo, iniciado em outubro, divide cerca de 50 aglomerações urbanas em seis categorias, tendo as cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo no topo da hierarquia, ocupando a posição de metrópoles globais. A elas se seguem as chamadas metrópoles nacionais, em que se incluem Fortaleza, Recife e Salvador entre outras. As demais cidades brasileiras são classificadas em metrópoles regionais e centros regionais e sub-regionais de primeira e segunda ordem. A equipe de pesquisadores levou em conta o nível de desenvolvimento econômico e urbano de cidades, sua integração com as redes urbanas nacional e internacional e a diversificação de suas atividades industriais.



Os desenhos fazem parte da coletânea de mais de 300 imagens urbanas inéditas do Brasil colonial, reunidas pelo professor Nestor Goulart, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP). A visão da cidade do Rio de Janeiro, ao lado, data de 1760 e traz, à esquerda, a entrada da baía de Guanabara e, no fundo, sobre o morro do Castelo, a igreja dos Jesuítas. Na imagem que retrata a cidade de Santos, abaixo, é possível observar a igreja de Santa Catarina no topo do pequeno monte à esquerda. A estimativa é de que o retrato tenha



MIGUEL ANGELO BLASCO



ACERVO DA BIBLIOTECA NACIONAL DO RIO DE JANEIRO

sido feito entre 1765 e 1775, período correspondente à retomada do desenvolvimento da cidade, devido à exportação do açúcar. Os desenhos serão publicados no livro *Imagens de vilas e cidades do Brasil Colonial*, de autoria de Goulart, que será lançado no ano que vem, e farão parte de uma exposição em comemoração dos 500 anos do descobrimento, ainda sem data definida.



Daniel J. L. Soares

Colégio Estadual F. A. Raja Gabaglia/Rio de Janeiro

A política educacional do mendigo

Não é preciso estar diretamente envolvido com o sistema educacional brasileiro para constatar sua gradual falência. É consenso na sociedade que o ensino oferecido pelas escolas públicas e também privadas é fraco e precisa de mudanças. Mas, se até um mendigo pode avaliar a péssima qualidade do ensino, a busca por soluções deve ocorrer em conjunto com os professores, peças essenciais dessa engrenagem, capazes de detectar as falhas e de indicar um roteiro para rigorosas reformas.

O mais recente Exame Nacional de Cursos para o segundo grau foi realizado em julho de 1998 e, segundo dados oficiais, em torno de 10% dos alunos compareceram às provas. A amostragem foi pequena e talvez pouco relevante, mas, antes mesmo da divulgação dos resultados e sem ter avaliado o tipo de teste aplicado, eu tinha uma certeza: a conclusão seria a de que o nosso ensino de segundo grau é ruim.

Há mais de 20 anos lecionando nesse segmento, eu poderia ter poupado enorme esforço e despesa aos cofres públicos, caso fosse consultado pelo Ministério da Educação e Cultura sobre a qualidade do ensino (eu ou qualquer outro professor de segundo grau de qualquer parte do país, de escola pública ou particular).

No ano passado, conversando com um amigo professor, também físico como eu, chorávamos nossas velhas mágoas (recreio de es-

colas de segundo grau se parece com o 'Muro das Lamentações'). Nesse dia ouvi de meu colega uma declaração curiosa, mas precisa: "Em 20 anos de magistério sempre escuto a mesma ladainha. Todo mundo sabe que o ensino está ruim. Se você atravessar a rua agora e perguntar ao primeiro mendigo que aparecer qual a opinião dele sobre nosso ensino, a resposta será: é ruim."

Com apenas dois exemplos, é possível respaldar a avaliação atribuída ao mendigo:

Junho de 1998. Apliquei prova em uma das minhas turmas (primeira série do segundo grau), em que formulei a seguinte questão:

"BASEADO NA COORDENADA DE LAGRANGE FORNECIDA, RESOLVA:

-15 -10 -5 0 5 10 15 s(m)
A B C

COMPLETE COM OS VALORES CORRESPONDENTES ÀS POSIÇÕES:

POSIÇÃO A: -10m / POSIÇÃO B: 5m / POSIÇÃO C: 15m

(as respostas corretas estão sublinhadas)

Creio que na *Taxionomia de objetivos educacionais* (Benjamin S. Bloom e outros, Editora Globo), um clássico da área, será difícil encontrar uma classificação para a questão acima, tamanha sua simplicidade. Entretanto, vários alunos erraram. Um deles respondeu assim: "Posição A: antes de Cristo. Posição B: depois de Cristo. Posição C: durante."

Exemplos como esse constituem muito mais regra do que exceção. Houve um tempo em que uma resposta parecida com a apresentada seria interpretada como brincadeira. Entretanto, atualmente, representa a melhor resposta que boa parte dos alunos consegue fornecer. Talvez algum professor de história tenha usado a linha de contagem de anos (linha do tempo) recentemente nessa turma, marcando como origem o nascimento de Cristo, e o referido aluno tenha associado com a coordenada de Lagrange. Ou tal-

vez eu esteja tentando explicar o inexplicável.

Segundo exemplo: Em 1997, minha esposa lecionava na oitava série de uma escola municipal, perto de onde seria inaugurado um *shopping center*. Vários alunos sonhavam em conseguir um emprego no local e pediram que ela preenchesse as fichas de inscrição para a seleção das poucas vagas ofertadas. A princípio ela tentou orientá-los, mas foi obrigada a realizar a simples tarefa por eles. A triste realidade: os estudantes não conseguiam preencher as fichas. Na remota possibilidade de conseguirem o emprego, como poderiam mantê-lo, se nem conseguiam completar uma ficha com poucos dados pessoais? Um amigo caixa do Banco do Brasil me conta que, com frequência, no período de inscrição dos vestibulares, alunos da terceira série do segundo grau pedem que ele preencha o boleto para o pagamento da taxa de inscrição. Mesmo com todas as instruções para o preenchimento afixadas no banco, as dificuldades dos candidatos nessas tarefas são enormes...

Exemplos como esses são inúmeros, portanto, não percam mais tempo. Concretamente, quais seriam os passos iniciais para construirmos o sistema educacional de qualidade pretendido na Constituição de 1988? Que tal tentarmos o simples? Que tal resgatarmos o que perdemos? Ingressei no ensino público estadual em 1983. Atualmente recebo todo mês, por 16 tempos de aula semanais, R\$ 476,68 (bruto), o que resulta em uma hora-aula de R\$ 6,62 (bruto). Tal valor só foi atingido no início de 1998 e assim mesmo após mais uma greve. Fala-se muito, quase sempre subjetivamente, em melhoria de salário dos professores. O plano de valorização do magistério já está em vigor. Por que, então, um dos estados mais ricos do país paga tão mal aos professores? Por



Sempre escutamos a velha ladainha: "vamos reciclar professores!" Será que estamos mesmo precisando disso? Não sei por que, sempre que escuto falar em reciclagem de professores, me imagino na esteira de uma usina de lixo

que nenhum dos candidatos ao governo do estado assumiu, durante a propaganda eleitoral, um compromisso claro e numérico em relação à remuneração da hora-aula? O aumento desse valor seria a medida mais democrática, já que há diferentes cargas horárias no Rio de Janeiro. Será que uma melhoria significativa nessa miséria iria, como alegam, "quebrar o estado"?

Sempre escutamos a velha ladainha: "vamos reciclar professores!" Será que nós estamos mesmo precisando disso? Não sei por que, sempre que escuto falar em reciclagem de professores, me imagino na esteira de uma usina de lixo. Nada contra cursos de atualização de professores. Mas não teríamos outras prioridades? Professores bem-remunerados se auto-reciclam. Frequentam teatros, vão a cinemas, fazem cursos, assistem a concertos, viajam, lêem... Com meu salário, não compro livros com a frequência que gostaria, não assino as revistas e jornais que pretendia etc.

Há ótimos profissionais na nossa rede pública de ensino. Pessoas que não perderam a dignidade profissional, apesar das seguidas e equivocadas políticas educacionais. Melhorar suas condições de vida e de trabalho beneficiaria de imediato o ensino, com mais eficácia e menores gastos do que

com as pretendidas reciclagens.

Outra questão fundamental: quando comecei a trabalhar na rede pública estadual, havia quatro tempos semanais da minha disciplina por turma. Hoje tal carga encontra-se reduzida à metade. Trabalho a mesma quantidade de horas, mas o número de turmas dobrou. Frequentemente, sou abordado por alunos na rua. Não sei seus nomes ou de que turmas são. O relacionamento professor-aluno é condição primordial no processo ensino-aprendizagem (será que alguém duvida disso?). As cargas horárias das disciplinas devem ser aumentadas e o número de turmas para cada professor, reduzido. Um dos imediatos efeitos, além da significativa melhoria do ensino, seria a geração de empregos tão necessários para amenizar o caos social.

A falta de qualidade da rede pública é o principal problema. Quando cursei o segundo grau, a escola oficial era boa e exigente. O nível começou a cair e muitos pensaram: que tenho a ver com isto? Gradativamente, entretanto, criou-se um círculo vicioso. Sem a competição do estudante de colégio público, o aluno de escola particular se acomodou. A própria instituição se acomodou. Preferiu investir na construção de prédios luxuosos, a preocupar-se com a qualidade dos professores. Não raro encontro erros concei- ▶

Quando comecei a lecionar em colégios particulares, era jovem e inexperiente. Meus alunos eram exigentes. Obrigaram-me a estudar. Foram meus melhores 'recicladores'. Atualmente, resistem à cultura



tuais gravíssimos em cadernos de alunos de várias escolas privadas, quando dou aulas particulares. Que os professores têm lá sua parcela de culpa não se questiona. Mas é mais fácil um bom professor perder seu emprego em uma escola particular por exigir que seus alunos estudem, do que aquele menos exigente, que não domina satisfatoriamente os conteúdos necessários. Quando comecei a lecionar em colégios particulares, era jovem e inexperiente. Meus alunos eram exigentes. Obrigaram-me a estudar. Foram meus melhores 'recicladores'. Hoje, resistem à cultura.

Como poderíamos então melhorar a médio prazo o nível dos alunos das escolas públicas e, conseqüentemente, das escolas particulares? O tema é polêmico, mas pode ser um caminho: vamos selecionar os alunos que ingressam no ensino médio público. Falo de prova de seleção mesmo, como era antigamente. Nos primeiros exames, seria exigido desempenho mínimo de 3, numa escala de 0 a 10. Gradativamente, vamos atingir a meta mínima de 5. Tal seleção poderia se limitar às disciplinas matemática e português (Sem preconceito. São instrumentais). O conteúdo programático deveria ser amplamente divulgado, principalmente para os alunos que estivessem cursando a oitava série. Que tal uma reserva

de 70% das vagas existentes para os alunos provenientes das escolas municipais e 30% para os demais?

É necessário, também, que ao longo do segundo grau os alunos sejam mais exigidos. É impressionante como a escola é flexível, contrastando com uma sociedade extremamente rígida. Quando esquecemos de pagar uma conta, arcamos com as conseqüências. Se paramos o carro em local proibido, somos multados. Na escola, o aluno esquece de entregar o trabalho, alonga-se o prazo. Se deixa de estudar para uma prova, terá certamente uma segunda chance (às vezes uma terceira, quarta etc). Uma série de distorcidas interpretações de grandes correntes pedagógicas fez a sociedade acreditar que o fraco desempenho dos alunos é sempre culpa dos professores. É urgente devolver aos docentes o poder de avaliação sobre seus alunos, cada vez mais limitado. Tal poder não é arbitrário. É inerente à profissão. Podemos fazer uma analogia com o poder do médico em intervir na saúde de seu paciente.

Uma das funções da escola é a mudança de comportamento (hoje mais parece uma instituição especializada em terapia ocupacional). Se o aluno sai do mesmo jeito (ou pior) do que entrou, algo ou alguém está falhando. Há complicadas questões envolvendo qual tipo de comportamento a escola quer modificar, que não caberiam

neste texto. Mas todos temos uma noção clara do que gostaríamos para nossos filhos. Até marginais (durante minha vida profissional tenho convivido com muitos) gostariam que seus filhos tivessem uma vida mais sadia do que as suas. Quando a escola falha, os efeitos sociais são imediatos.

Muitos perguntarão o que este artigo traz de novidade ou de científico. As respostas são simples: nada de novidade. De científico, muito pouco. O texto poderia ser ilustrado com uma série de gráficos, mostrando provas da realidade do nosso ensino (fiz um levantamento dos erros cometidos por meus alunos em de três anos, mas joguei tudo fora). Poderia ainda relatar pesquisas estatísticas de educadores (muitas vezes pejorativamente taxados de conservadores), mostrando os resultados favoráveis de uma educação preocupada com o resgate dos seus valores mais puros. Mas a idéia aqui é buscar o oposto: a simplicidade do mendigo.

Qual seria a questão primordial deste artigo, então? Uma centelha pode provocar o necessário incêndio de tantas consciências adormecidas por cansaço? Nós, os professores do segundo grau, não somos mais cientistas? Será que perdemos nossa posição de formadores de opinião, de inspiradores do berçário das ciências? E a sociedade não estará a exigir alunos mais bem preparados, ao menos capazes de ler um manual técnico? Ou será que está mais disposta a correr o risco de acabar criando uma geração que vai ter dificuldades até para operar o controle remoto da televisão?

A questão crucial desse texto, no entanto, é muito mais conclusiva: se quisermos avaliar como está o nível de educação no nosso país, poderemos perguntar ao primeiro mendigo da esquina. Se estamos realmente buscando soluções, devemos perguntar aos professores. ■

Jurubatiba, uma restinga peculiar

A restinga de Jurubatiba, um dos mais preservados ecossistemas desse tipo no Brasil, teve recentemente grande parte de sua área transformada em parque nacional. Pesquisadores do país e do exterior estudam há seis anos os diferentes ambientes ali existentes, obtendo um conhecimento que poderá ajudar a evitar a destruição total desta e de outras restingas brasileiras. Por **Edélti Faria Albertoni** e **Francisco de Assis Esteves**, do Laboratório de Limnologia (Departamento de ecologia) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

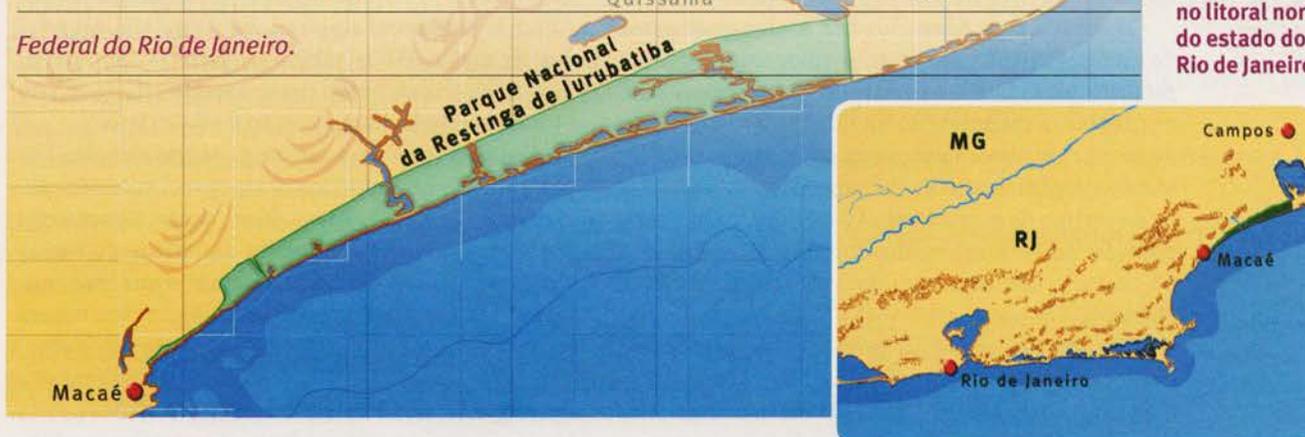


Figura 1. O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, criado recentemente, está situado no litoral norte do estado do Rio de Janeiro

Os ecossistemas situados nas planícies litorâneas brasileiras estão entre os mais degradados e ameaçados do país. Após o descobrimento, a ocupação do território nacional concentrou-se por muito tempo nas regiões costeiras, destruindo extensos ambientes existentes nessa faixa. Ainda hoje o surgimento de povoados, o crescimento desordenado das grandes cidades e atividades como a agricultura e a pecuária extinguem ou alteram esses ecossistemas.

Nas áreas de restinga, a degradação é tanta que hoje poucos remanescentes desse tipo de ecossistema mostram razoável estado de preservação. As restingas, em definição abrangente, são ambientes gerados pela deposição de sedimentos marinhos e continentais em áreas costeiras. Tal definição abrange praticamente todas as planícies costeiras existentes no país, formadas por extensos depósitos de sedimentos arenosos. O processo, em geral associado à formação de lagoas, compõe a paisagem entre a linha da costa e áreas continentais mais elevadas.

A área de restinga mais extensa do Rio de Janeiro, situada no litoral norte do estado, entre Macaé e

Quissamã, é uma das mais preservadas do país. Formada no período Quaternário (os últimos 2 milhões de anos), tem extensos trechos de cordões arenosos intercalados por lagoas e florestas. O valor ecológico dessa área foi reconhecido pelo governo federal, que em abril de 1998 transformou parte dela em unidade de conservação. O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba abrange áreas de três municípios e tem cerca de 14 mil hectares (figura 1).

Ecossistema com feições únicas

A restinga do Norte fluminense é diferente das demais áreas de restingas do país em vários aspectos: geológicos, botânicos, (figuras 2), climáticos, ecológicos e outros.

Esse ecossistema é único por ser adjacente à formação geológica Barreiras, caracterizada por depósitos rochosos do Terciário (de 65 milhões a 2 milhões de anos atrás), mais co-

Figura 2. A vegetação da restinga inclui algumas espécies de cactos





Figura 3. Trecho da Restinga de Jurubatiba, mostrando os diferentes tipos de formações vegetais das várias lagoas costeiras

munos no litoral nordestino. Além disso, apresenta tipos de vegetação já destruídos em trechos mais ao sul do litoral do Sudeste e um clima diferente do de outras planícies costeiras. Como está situada entre as restingas de clima úmido (como a de Cananéia, em São Paulo) e as restingas secas do litoral nordestino, é ainda uma área de transição ecológica.

Os solos locais, formados por areias quartzosas de origem marinha, são pobres em nutrientes e impróprios para cultivo e pastagem. Com a escassez de nutrientes, a manutenção da biomassa viva depende da velocidade dos processos de decomposição de matéria orgânica abaixo da superfície. A fragilidade desse tipo de ecossistema é confirmada pela comparação entre a espessura do solo local (de 5 a 10 cm) e a dos solos da Mata Atlântica (de 50 a 70 cm).

O Parque de Jurubatiba apresenta um grande mosaico de ecossistemas bem definidos: lagoas salinas e de água doce, brejos, vegetação arbustiva de moitas, florestas secas, florestas inundáveis e pelo menos outras 10 formações vegetais (figura 3). São numerosas na região as espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção. Essa área pode ser considerada um refúgio para espécies extintas em outras regiões do estado, onde as restingas estão degradadas ou desapareceram.

A flora das restingas mostra forte ligação com a vegetação das encostas das serras litorâneas. No Rio de Janeiro, porém, essa flora é mais rica, pois a grande diversidade geomorfológica da costa do estado oferece ambientes adequados para espécies tanto do norte (Espírito Santo e Bahia) quanto do sul (São Paulo). Em 1986, o ecólogo Raimundo Henriques e outros descreveram e classificaram sete tipos de vegetação de restinga na área que abrange o Parque de

Figura 4. A vegetação da restinga inclui muitas espécies endêmicas e raras, como bromélias e orquídeas que crescem diretamente do solo



Jurubatiba: dois tipos de floresta (cerca de 40% da área total), dois de mata aberta de moitas (49%), um de mata fechada de moitas (2%) e dois de formação aberta (7%). Eles constataram uma relação entre esses tipos de vegetação e os níveis de nutrientes e regimes hídricos do solo.

São encontradas nessa planície arenosa várias plantas raras, endêmicas das restingas fluminenses, a maioria delas ameaçada de extinção e protegida por lei. A região destaca-se ainda pela presença de espécies alimentícias, como caju (*Anacardium occidentale*), palmito (*Euterpe edulis*), pitanga (*Eugenia uniflora*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*), e madeiras valiosas, como angelim-rosa (*Andira flaxinifolia*), aderno (*Astronium graveolens*), guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), guatambu (*Aspidosperma parvifolium*) e caixeta (*Tabebuia cassinoides*). Além disso, existem ali árvores de alto valor ornamental, como ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), carobinha (*Jacaranda bracteata*) e outras. As matas não-inundadas da região são o hábitat original do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), praticamente eliminado do litoral do estado, com exceção de Cabo Frio.

Assim, a flora dessa restinga representa um importante estoque genético, de inegável valor de preservação (figura 4). Além disso, tanto a vegetação terrestre quanto os ambientes aquáticos da região abrigam inúmeras espécies animais, o que lhes confere um papel fundamental no ciclo de vida desses organismos.

As lagoas costeiras de Jurubatiba

Nas restingas paralelas à linha da costa os cordões arenosos muitas vezes intercalam-se com depressões que podem ser ocupadas por extensos brejos e longas e estreitas lagoas. Mas em Jurubatiba a maioria das lagoas é perpendicular à costa, formadas pelo represamento de antigos deltas de rios, como as lagoas Cabiúnas e Comprida, ou de antigas baías, como a lagoa Carapebus (figura 5). A água dessas lagoas mostra, em poucos quilômetros, características distintas: em algumas é salobra e em outras é doce, em algumas é clara e em outras é escura.

As lagoas costeiras claras, em sua maioria, recebem suas águas do mar e/ou de rios. Em geral, os terrenos cortados pelos rios que as abastecem liberam poucos componentes solúveis para as águas de drenagem. Já a água das lagoas cos-

teiras escuras origina-se basicamente do lençol freático de áreas arenosas, ou de rios que cortam terrenos arenosos. Nesses solos, a decomposição da matéria orgânica que a vegetação produz gera compostos (ácidos húmicos e fúlvicos) que demoram a se mineralizar e podem ser transportados para os corpos d'água. Tais compostos, muito solúveis na água, são responsáveis pela cor escura.

A presença dessas substâncias altera o pH da lagoa: quanto maior a concentração, mais ácida (menor pH) é a água, tornando-a menos favorável à vida da maioria das espécies aquáticas. É por isso que as lagoas costeiras de águas escuras têm menos espécies, mas apresentam alto endemismo. Nas lagoas de Jurubatiba foram encontradas várias espécies endêmicas, algumas novas para a ciência, como os microcrustáceos *Diatomus azureus* e *Diatomus fluminensis*, e o rotífero (um tipo de animal pluricelular minúsculo) *Hexantra longicornicula*.

Em lagoas maiores, como a Carapebus, de água clara, ocorrem variações na salinidade (esta diminui no sentido barra-interior) que geram diferentes habitats no mesmo corpo d'água. O cordão arenoso que separa algumas lagoas do mar às vezes se rompe, para extravasar a água acumulada em épocas de muita chuva. Isso altera o ecossistema:

há uma drástica redução do nível da lagoa e depois esta recebe grande volume de água do mar. Essa água traz para as lagoas crustáceos e peixes, que as usam como criadouros, aproveitando sua alta produtividade, tanto a primária (fitoplâncton e vegetais aquáticos) quanto a secundária (zooplâncton e pequenos animais que vivem no fundo).

Como evitar e reverter a degradação

Atividades humanas vêm acelerando a degradação dos ambientes terrestres e aquáticos da restinga de Jurubatiba, muitas vezes de modo irreversível. Em terra, a ameaça vem de pastagens ou culturas agrícolas (como abacaxi e coco), que têm se mostrado improdutivas, em função da escassez de nutrientes no solo (figura 6). As extensas áreas destruídas não mais se recuperam, dando lugar à erosão e à destruição dos habitats. Nos corpos d'água, o impacto é causado por esgotos urbanos e despejos industriais, em especial o vinhoto, resíduo do processamento da cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool.

Visando reduzir o problema onde ele já existe e preservar áreas com suas características naturais



Figura 5. Os sistemas aquáticos da restinga de Jurubatiba incluem lagoas, canais e brejos – o canal que liga Macaé à lagoa de Carapebus (acima, à direita) foi construído por escravos em 1843

intactas, os corpos d'água da região vêm sendo estudados em detalhe desde 1992, graças a um convênio entre a Petrobras e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Essa parceria entre universidade e empresa foi um dos fatores responsáveis para que a restinga de Jurubatiba se tornasse um dos ecossistemas mais conhecidos – cientificamente – do país. O projeto conta com 126 pesquisadores brasileiros e 13 estrangeiros (de Estados Unidos, Suécia, Espanha e Venezuela), tem o apoio de oito instituições do país e quatro do exterior e desenvolve programas coordenados de pesquisa.

Hoje, o Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (Nupem), construído com o apoio da prefeitura local, tem alojamentos para cerca de 70 pesquisadores, laboratórios e sala de aula. O Núcleo também oferece cursos de capacitação para professores de primeiro e segundo grau, faz acompanhamento de alunos e promove encontros científicos. Em setembro do ano passado, Macaé sediou o 2º Simpósio Brasileiro de Restingas e Lagoas Costeiras, com amplo debate sobre os avanços das pesquisas e os caminhos para a preservação desses ambientes.

Reconhecendo os esforços para maior conhecimento dos ecossistemas de restingas, a região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba foi escolhida como um dos sítios do Programa Brasileiro de Pesquisas de Longa Duração, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Esse programa, desenvolvido em escala mundial, integra instituições de pesquisa do país e do exterior e possibilitará amplo intercâmbio de informações e de pesquisadores.

A criação do Parque Nacional tem sido apoiada pelas prefeituras envolvidas e pelos órgãos ambientais – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feema). O plano de manejo do parque, em elaboração, inclui propostas para a preservação de áreas em bom estado e a recuperação das já degradadas. Também começaram a ser incentivados programas de ecoturismo, para que outros pesquisadores ou turistas possam contemplar as belezas desses ecossistemas costeiros. ■

Figura 6. A ocupação da área por atividades como a plantação de coqueiros é hoje a principal forma de perturbação da restinga



ECOLOGIA Ecossistemas temporários do Nordeste podem ajudar a esclarecer questões teóricas

Biodiversidade e estabilidade em lagoas do semi-árido

Um dos pontos polêmicos da ecologia teórica envolve os efeitos da diversidade de seres vivos sobre a produtividade e a estabilidade das comunidades biológicas. O estudo dessas questões em lagoas intermitentes da região semi-árida brasileira – um ecossistema que pode ajudar a testar diferentes teorias – traz a esse debate científico informações importantes. Por **Leonardo Maltchik**, do Grupo Ecologia de Rios do Semi-árido, do Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba.

FOTOS: L. MALTCHIK



A Terra está sujeita hoje a vários impactos ambientais de origem humana, como chuva ácida, destruição da camada de ozônio, desertificação, aquecimento global e outros. Felizmente, a maioria desses problemas é reversível, e suas conseqüências negativas para a qualidade de vida humana dependem apenas de como o homem decide conduzir sua relação com a natureza. Já a perda da biodiversidade é diferente: se uma espécie é extinta, desaparece para sempre.

Cerca de 1,4 milhão de espécies de plantas, animais e microrganismos têm hoje nomes científicos. A diversidade biológica terrestre e de água doce co-

nhecida supera muito a do ambiente marinho, principalmente por conta das plantas com flores e de seus companheiros coevolucionários, os insetos, que somam em torno de 1 milhão de espécies identificadas. Mas a riqueza de espécies ainda é inexplorada em grande parte do planeta e em grupos como bactérias, fungos e nematódeos. Além de ocorrer em grupos dispersos de plantas ou animais, a hiperdiversidade também é observada em certos habitats ou áreas geográficas, como as florestas úmidas.

Atualmente, a perda de biodiversidade é uma grande preocupação. As maiores perdas ocorrem em florestas tropicais e recifes de coral. Estima-se que,

em função de ações humanas, desaparecem por ano na Terra cerca de 30 mil espécies (27 mil só nas florestas úmidas). Essa taxa é 120 mil vezes maior que a taxa de extinção natural anterior ao domínio humano. Mantido esse ritmo, um quarto da diversidade biológica desapareceria em 50 anos, segundo cálculos conservadores. Hoje, a defesa da biodiversidade baseia-se não só na manutenção das espécies e do estoque genético, mas nos possíveis benefícios para a humanidade (alimentos, remédios e outros) e para os ecossistemas (composição de gases, camada de ozônio e outros).

A importância da diversidade

O papel da biodiversidade na produtividade primária (matéria orgânica produzida por seres vivos a partir de substâncias inorgânicas simples) e na estabilidade dos ecossistemas e suas implicações diretas na sustentabilidade global são hoje temas de in-

teresse da comunidade científica. Na ecologia teórica, uma das questões mais polêmicas é a relação entre diversidade, produtividade e estabilidade da comunidade.

teresse maior. Já o ecólogo inglês Charles Elton (1900-1991), em *Ecologia da invasão por animais e plantas*, de 1958, afirmou que a diversidade aumenta a estabilidade das comunidades biológicas. A hipótese de Elton, tida como um dos fundamentos básicos da ecologia teórica, foi contestada em 1973 pelo biólogo australiano Robert May (1936-), radicado nos Estados Unidos. Com base em modelos matemáticos complexos, May sustentou que a dinâmica da população torna-se menos estável à medida que aumenta o número de espécies competidoras. As conclusões de May chegaram a abalar alguns conceitos da ecologia convencional, mas ainda não se conhecem aplicações dos seus modelos para sistemas ecológicos reais. Além disso, o estudo de sistemas ecológicos através de modelos matemáticos é problemático, pois exige que as variáveis ecológicas usadas sejam compatíveis com as especificações desses modelos.



Figura 1. Lagoa Ponta da Serra, no município de São João do Cariri (PB), nas fases úmida (A), 'secando' (B) e seca (C)

teresse da comunidade científica. Na ecologia teórica, uma das questões mais polêmicas é a relação entre diversidade, produtividade e estabilidade da comunidade.

Os estudos nessa área começaram com duas propostas, separadas por um século. A primeira, lançada pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) no célebre livro *A origem das espécies*, de 1859, diz que a diversidade e a produtividade estão diretamente relacionadas. Segundo Darwin, diferenças entre espécies no uso dos recursos permitem que mais espécies aproveitem de forma mais completa o que o ecossistema oferece e assim alcancem produtivi-

Sob outra perspectiva, porém, o modelo matemático de May também propõe uma relação direta entre a diversidade e a estabilidade de comunidades, quando a conectância e a força de interação entre espécies diminuem à medida que aumenta a biodiversidade – a conectância é dada pela divisão das interações observadas entre espécies pelo número de interações possíveis, e a força de interação indica o efeito da densidade populacional de uma espécie no crescimento de outra. Para isso, as comunidades precisam estar organizadas em guildas, ou seja, em pequenos grupos de organismos que utilizam os mesmos tipos de recursos.



Figura 2.
Diversidade de espécies de macrófitas aquáticas na lagoa do Couro (A) e na lagoa Jurema (B)

‘Laboratórios’ no semi-árido

A maioria dos estudos sobre a relação diversidade-estabilidade de comunidades envolve sistemas terrestres. Poucos abordam ecossistemas aquáticos, e menos ainda rios e lagoas intermitentes, como os de regiões semi-áridas. Os sistemas temporários, porém, são excelentes ‘laboratórios’ para testar conceitos da ecologia teórica, com destaque para a sucessão ecológica, a estabilidade de comunidades e as estratégias de resistência (grau de alteração após perturbações) e resiliência (volta ao equilíbrio anterior à perturbação) dos organismos. Nesses ecossistemas, a relação diversidade-estabilidade é ainda mais complexa em função das variações hidrológicas.

Estudos em lagoas intermitentes do semi-árido brasileiro permitiram discutir a questão diversidade *versus* estabilidade, em especial a importância da biodiversidade na produtividade, na estabilidade das comunidades e na sustentabilidade regional e global. Os resultados aqui apresentados, longe de solucionar uma discussão quase secular, apenas ajudam a esclarecer o jogo da diversidade nas lagoas temporárias do Nordeste do país e apontam questões e perspectivas para futuras pesquisas.

Em muitas lagoas naturais do semi-árido brasileiro a água desaparece durante o período de estiagem (figura 1). Essas lagoas intermitentes apresentam duas fases de perturbação hidrológica: inundação e dessecação. Tais processos são a base de toda a organização do ecossistema. As lagoas temporárias, manchas naturais de água do semi-árido, constituem verdadeiras ‘ilhas de biodiversidade’, e sua preservação é fundamental para a política de conservação da diversidade biológica da região.

A diversidade de vida nesses ecossistemas foi estudada através da sucessão de vegetais aquáticos (macrófitas) de duas lagoas intermitentes – do Cou-

ro e Jurema – da região de Cariris Velhos, na Paraíba. Situadas perto uma da outra, as lagoas são alimentadas por águas da chuva e de escoamento superficial e tanto a área quanto os períodos de inundação e concentração de nutrientes são semelhantes. A principal diferença entre as duas é a riqueza de espécies de macrófitas aquáticas: a lagoa do Couro tem sete espécies e a lagoa Jurema apenas uma (figura 2).

As lagoas temporárias do semi-árido brasileiro são altamente produtivas, gerando diariamente até 11,2 g de biomassa vegetal por metro quadrado de espelho d’água. Essa alta produtividade é fator importante em

Figura 3.

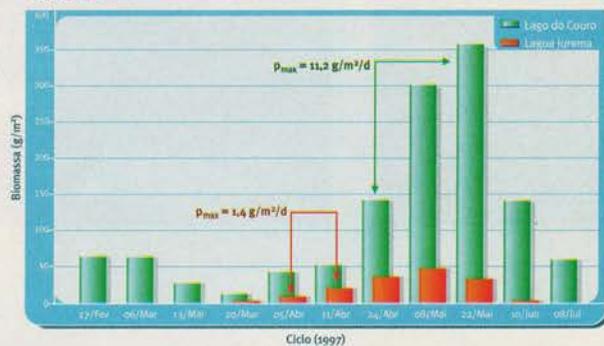
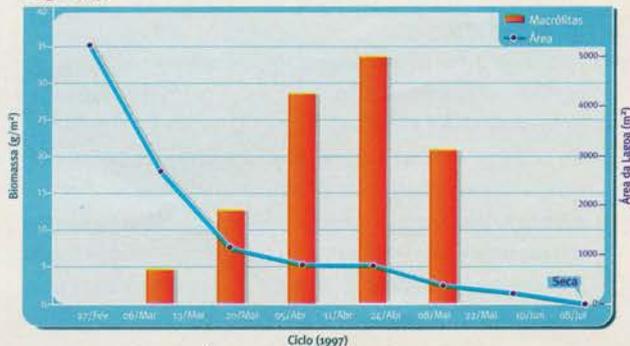


Figura 5.



uma política de desenvolvimento sustentável para a população sertaneja: o valor dessas lagoas como ecossistema deve ser avaliado não só pela presença de água, mas também pela produtividade e diversidade da vida que proporcionam à região.

Competição, extinção e preservação

A biomassa total de macrófitas aquáticas revelou-se muito maior na lagoa do Couro, onde coexistem sete espécies, do que na lagoa Jurema, com apenas uma (figura 3). Isso sustenta que a diversidade de espécies proporciona maior produtividade, validando a predição de Darwin. Foi constatado ainda que a diversidade leva a maior resistência e maior resiliência da comunidade de macrófitas. Na lagoa do Couro, a resistência das plantas aquáticas foi observada no início das duas fases secas do ciclo hidrológico anual (figura 4). Na lagoa Jurema, entretanto, a comunidade vegetal começava a desaparecer assim que a fase seca se aproximava (figura 5).

Tais dados demonstram que a biodiversidade é importante para a resistência das comunidades, e portanto para manter os processos funcionais do ecossistema, e que o princípio da redundância (mais de uma espécie realizando a mesma função) contribui para a estabilidade de um ecossistema. Como cada espécie tem características próprias, os ecossistemas de maior diversidade têm mais chances de conter espécies que prosperem durante uma perturbação ambiental, compensando as funções que os competidores afetados pela perturbação realizavam.

Outro resultado que chamou a atenção é a relação positiva entre produtividade de espécies e grau de competição entre espécies (figura 6). A macrófita *Nymphaea* sp., presente nas duas lagoas, apresentou maior produtividade e maior biomassa na lagoa onde há maior competição. Isso parece indicar que situações de estresse (competição por alimento e espaço) ou cooperação favorecem a produtividade da espécie. Estudos teóricos dizem que espécies competidoras só podem coexistir se cada uma delas tiver um recurso particular que lhe dê alguma vantagem na competição. Espécies que competem totalmente não podem coexistir indefinidamente (princípio da exclusão competitiva).

Os resultados obtidos nas lagoas intermitentes do semi-árido são importantes para a ecologia teórica por sustentar que a diversidade gera maior produtividade (proposta de Darwin) e maior estabilidade das comunidades (hipótese de Elton). Tais conclusões podem subsidiar a política de conservação da biodiversidade no semi-árido brasileiro, ao indicar que a extinção de mais espécies teria sérios efeitos sobre a estabilidade e a produtividade das comunidades e sobre a sustentabilidade da região.

O número de espécies em um habitat reflete o balanço entre as forças que permitem a invasão e persistência de certas espécies e as forças que levam outras à extinção. Perturbações localizadas, estratégias de colonização e complexidade da cadeia alimentar são importantes para a persistência das espécies, pois favorecem a coexistência de um número elevado de seres vivos. A variação ambiental, no entanto, é uma das forças apontadas como limitantes da diversidade. Condições climáticas extremas, como a seca, diminuem a densidade de populações e aumentam a chance de extinção de espécies, em especial as raras. Assim, o aumento da frequência e da intensidade das secas pode ser um desafio para a preservação. Mas a maior causa da perda da diversidade biológica, inclusive no semi-árido brasileiro, é a destruição do habitat relacionada à agricultura e ao desflorestamento.

Ainda não é possível saber que impactos a diminuição da biodiversidade e a simplificação dos ambientes dominados pelo homem têm e terão nos ecossistemas. Devemos ou não tentar preservar e usar sua megadiversidade? Responder a essas questões, de tão grande interesse social, exige muito mais esforços e recursos. Vale a pena lembrar que o Brasil, desde a Eco-92, tem compromissos com a preservação do meio ambiente, expressos em acordos internacionais. Assim, o poder público precisa estar atento, verificando se os investimentos em ecologia têm a mesma velocidade e intensidade com que a biodiversidade e os ecossistemas estão sendo destruídos.

Figura 3. Biomassa total de macrófitas nas duas lagoas ao longo do ciclo hidrológico de 1997 (P_{max} é a produtividade primária máxima alcançada)

Figura 4. Biomassa total de macrófitas aquáticas e área de inundação na lagoa do Couro durante o ciclo hidrológico de 1997

Figura 5. Biomassa total de macrófitas aquáticas e área de inundação da lagoa Jurema durante o ciclo hidrológico de 1997

Figura 6. Biomassa de *Nymphaea* sp. na lagoa do Couro e na lagoa Jurema durante o ciclo hidrológico de 1997

Figura 4.

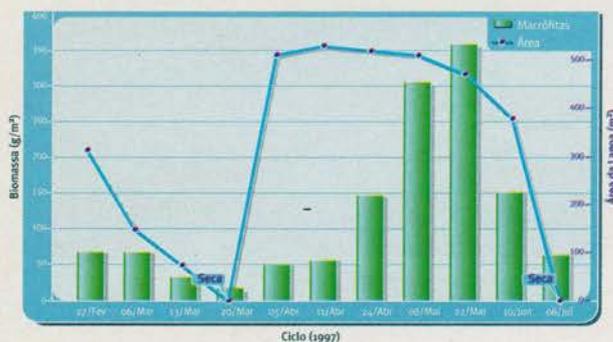
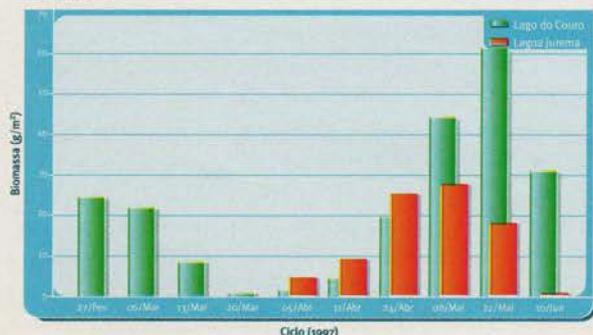


Figura 6.



ENTOMOLOGIA Estudos revelam como a saúva-limão localiza e corta as plantas de que precisa

Como as saúvas escolhem seu alvo

Grandes inimigos da agricultura e da silvicultura, as formigas saúvas atacam extensas áreas em pouco tempo, de forma organizada e devastadora. Mas como tais insetos localizam e escolhem as espécies vegetais que vão atacar? Experimentos feitos em Rio Claro (SP) tentaram obter uma resposta para essa pergunta. Por **Marcelo N. Schlindwein** e **Harold G. Fowler**, do Departamento de Ecologia da Universidade Estadual Paulista (Rio Claro).

Figura 1. A saúva-limão, assim como outras formigas do gênero *Atta*, causam sérios estragos às culturas agrícolas, cortando as folhas e levando-as para o formigueiro



FOTOS: CEDIDAS PELOS AUTORES

As formigas saúvas – gênero *Atta* – atacam variados tipos de plantas para obter a matéria orgânica sobre a qual cultivam o fungo que serve de alimento às suas larvas, as quais atuam como o ‘estômago coletivo’ da colônia, digerindo o fungo e passando-o aos adultos por regurgitação. Alguns autores sugerem que os adultos também se alimentariam diretamente do fungo, mas isso ainda não foi comprovado. Nesse processo simbiótico, fazem o que pode ser chamado de monocultura.

Durante toda a história brasileira essas formigas (figura 1) foram consideradas a maior praga agrícola do país. Seus ataques a várias culturas foram tão

sérios que elas ganharam o *status* de inimigo público número um, sendo chamadas de ‘hunos dos trópicos’, em alusão às invasões devastadoras desses povos na Europa, nos séculos 4 e 5.

As espécies vegetais nativas são em geral menos atacadas por saúvas, pois ao longo de sua evolução desenvolveram defesas físicas e químicas contra elas. Já as plantas de maior interesse econômico, usadas na agricultura e na silvicultura, são mais vulneráveis, pois quase todas vieram de regiões do mundo onde essas formigas não existem (ver ‘Espécies exóticas, pragas e controle biológico’, em *CH* nº 85).

Além disso, a agricultura atual, quase sempre ba-

seada em grandes plantações de apenas uma espécie (monoculturas), oferece às colônias de saúvas recursos abundantes e concentrados em áreas próximas. Isso facilita as coisas para esse grupo de insetos, que tem excelente organização social e sistemas de comunicação e de exploração extremamente eficientes. Mas como as saúvas identificam as plantas-alvo? Como se dá a exploração dos recursos que elas selecionam? E quais os principais fatores envolvidos na seleção das plantas?

Distância é o fator principal

Para estudar como as saúvas identificam os recursos que pretendem usar foram realizados experimentos com a saúva-limão (*Atta sexdens rubropilosa*) no município de Rio Claro (SP), em um 'campo sujo' onde predominavam gramíneas. A maior parte da área estudada sofre queimadas anuais, que praticamente eliminam a cobertura vegetal, restando poucos arbustos intactos. Os estudos foram iniciados após uma das queimadas, com a identificação e o mapeamento das colônias dessa saúva presentes na área e a observação dos padrões de atividade das formigas.

Na área dos experimentos foi encontrado um grande ninho ativo de saúva-limão. O murundu – a terra solta extraída do solo e acumulada junto às principais entradas do formigueiro – tinha cerca de 12 m² (cerca de 4 m de comprimento por 3 m de largura). Na mesma área foram demarcadas duas parcelas de 352 m², nas quais foram observadas e mapeadas as 'trilhas' e os 'olheiros'. As trilhas são caminhos livres de obstáculos e detritos que as formigas abrem na superfície para carregar as folhas cortadas, e os olheiros são as aberturas que ligam essas trilhas ao intrincado sistema de túneis subterrâneos do formigueiro.

O primeiro experimento começou com o transplante de 15 mudas de laranja-da-china (*Citrus sinensis*), da variedade *valencia*, com cerca de 1,5 m de altura, para uma das parcelas da área estudada (figura 2). A parcela havia sido 'dividida' em quadrados imaginários (com 2 m de lado), e as mudas foram plantadas no centro de 15 desses quadrados, escolhidos por sorteio. A laranja-da-china é uma das plantas preferidas pela saúva-limão.



Através de inspeções das folhas das mudas, feitas diariamente (de manhã e no final da tarde) nos primeiros quatro meses de observação, e depois a intervalos de no mínimo quatro dias, foram registrados a intensidade do ataque às plantas e o tempo decorrido até a desfolha total. Também foram feitas inspeções noturnas complementares (entre 20h e 3h).

A relação entre a distância da muda atacada até o ninho e o tempo do primeiro ataque alcançou valor expressivo ($r = 0,67803$) (figura 3). O índice 'r' define a inclinação da reta que representa, no gráfico, a média dos valores obtidos para a relação entre os dois fatores em exame – seu valor pode ir de zero a um, e a relação é direta se o valor é positivo e inversa, se negativo. Também foi constatada relação direta entre a distância da muda ao olheiro mais próximo e o tempo do primeiro ataque ($r = 0,5887$) e entre a distância ao olheiro mais próximo e o tempo em que as formigas faziam a desfolha total da muda ($r = 0,631$) (figura 4).

Esses resultados indicam que a posição das mudas, em relação ao ninho e aos olheiros, influi de

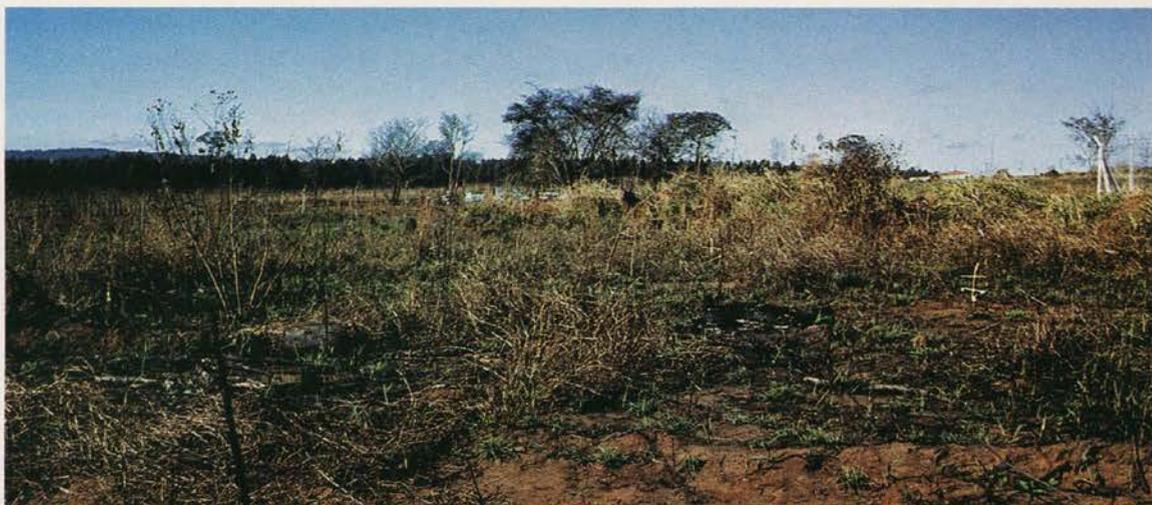


Figura 3. Relação entre a distância do ninho e o primeiro corte ($r = 0,67803$)



Figura 4. Relação entre a distância do murundu e o tempo de desfolha ($r = 0,5872$)

Figura 5. Área do segundo experimento, após uma queimada, com uma das árvores artificiais usadas para os testes de corte



modo significativo na descoberta dos recursos e na intensidade do corte. Além disso, dois terços (66,6%) das 15 mudas estudadas foram desfolhadas no mesmo dia em que foi registrado o primeiro corte em uma folha.

Com base nesses resultados é possível supor que as formigas, ao encontrarem uma muda e a 'reconhecerem' como recurso utilizável, promovem de imediato – pelo recrutamento em massa dos indivíduos da colônia – uma exploração intensiva, que leva à desfolha total. O recrutamento é feito através da liberação de feromônios (os compostos bioquímicos que regulam o comportamento dos insetos) e da con-

A escolha da planta preferida

Para obter essa resposta, um segundo experimento foi montado. Das 15 mudas usadas antes, foram selecionadas oito, e na base dessas plantas que estavam totalmente desfolhadas foram instaladas hastes de bambu – uma vertical e duas presas a ela em ângulo reto, formando uma cruz de Lorena, com cerca de 90 cm de altura por 60 cm de largura (figura 5). As 'árvores artificiais' foram numeradas e em cada uma delas foram fixadas (com alfinetes) 16 folhas, quatro em cada 'galho'.

Essas 'árvores' receberam combinações (definidas por sorteio) de folhas de seis diferentes espécies vegetais. Experimentos-piloto indicaram a ordem de preferência que as formigas da área davam a tais plantas: alfena (*Ligustrum vulgare*) > laranjeira-da-china (*Citrus sinensis*, v. *valencia*) > eucalipto (*Eucalyptus maculata*) > amoreira (*Morus nigra*) > ameixeira-amarela (*Eryobotrya japonica*) > mangueira (*Mangifera indica*). Nesse sorteio, algumas receberam em certo momento folhas de ape-

Figura 6. Número de folhas cortadas e de reposições em cada árvore artificial, sendo as árvores numeradas da mais próxima (1) à mais distante (8) – o percentual de folhas cortadas é dado em relação ao número total de folhas que a árvore recebeu, e as reposições foram sempre de 16 folhas, com composição baseada em sorteio

Árvore	1	2	3	4	5	6	7	8
F. cortadas	206	148	184	18	64	18	54	38
%	51,7	43,5	48,9	4,3	14,8	4,3	12,8	9,3
Reposições	12	9	9	1	4	1	3	2

fecção de trilhas (as estruturas físicas necessárias ao transporte dos fragmentos de folhas para o ninho), resultando na exploração em grupo, organizada e sincrônica.

Uma questão ainda em aberto sobre a escolha da planta-alvo é a seguinte: por que as formigas cortam as folhas de uma árvore e não as de outra, bem próxima e idêntica? No estudo em Rio Claro, por exemplo, uma muda foi desfolhada no primeiro dia, mas outra situada a menos de 2 m só foi reconhecida como alvo após 54 dias.

A análise dos resultados desse primeiro experimento mostrou que a distância do ninho e dos olheiros é o fator de maior influência no ataque às plantas. Mas estariam envolvidos outros fatores?

nas uma espécie, e outras tiveram ao longo das reposições folhas das seis espécies testadas. O estudo visava oferecer diferentes folhas, em diferentes árvores artificiais, situadas a diferentes distâncias do ninho. Assim, os estímulos para o corte também seriam nitidamente diferentes, por causa das combinações.

A exploração das árvores artificiais pelas formigas foi acompanhada por 15 dias, e em cada árvore houve 27 observações diretas por períodos de duas horas, com a anotação do número de folhas cortadas ou derrubadas. Do total de 216 observações, nas oito árvores, em 38 (17,59%) houve o corte de todas as folhas (e nesse caso a árvore recebeu uma reposição completa, com composição baseada em sorteio), e

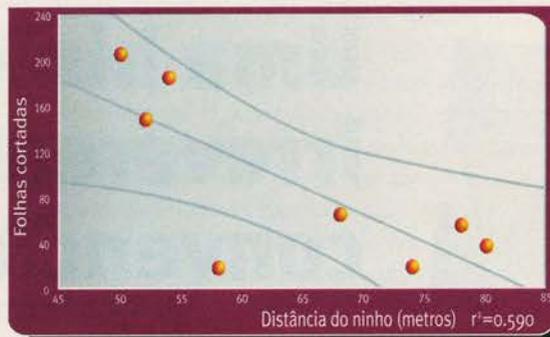
em 24 (11,11%) ocorreu o corte de pelo menos uma folha. Também foi acompanhada a divisão do trabalho entre grupos de operárias de tamanho diferente: na saúva-limão, um grupo sobe na árvore e derruba a folha, e outro a recorta no solo. A reposição das folhas só era feita se todas fossem cortadas, e o período mínimo para isso era de duas horas. No caso das árvores com combinações de folhas, se uma das espécies era cortada e a outra não, a reposição só era feita depois de quatro dias (com nova combinação definida por sorteio).

Nas três árvores artificiais mais próximas do ninho não houve qualquer corte em 44% dos períodos de observação, percentual que aumentou para 85% ou mais nas árvores mais distantes (figura 6). *Ligustrum* foi a espécie que teve maior número de reposição de folhas (15) – esta ocorreu em cerca de 30% dos períodos em que essa espécie foi usada. *Citrus* recebeu 11 recargas (21,15% das vezes em que foi usada) e *Eucalyptus* teve cinco (8,92% das vezes). As outras espécies (*Mangifera*, *Eryobotrya*, *Morus*) e as composições de diferentes vegetais levaram a nove reposições (cinco apenas nas misturas).

Os resultados revelaram, também para as árvores artificiais, que a distância do formigueiro é o fator que mais influencia a exploração: o número de folhas cortadas diminui à medida que aumenta a distância entre a 'árvore' e o ninho (figura 7). Folhas de alta preferência foram menos cortadas quando situadas em árvores mais distantes, e folhas de baixa preferência só foram cortadas se próximas do ninho, comprovando a importância da distribuição espacial dos recursos. As reposições de folhas ocorreram principalmente em árvores artificiais situadas mais próximo do formigueiro. Pode-se dizer, portanto, que as plantas 'preferidas' são as que estão mais perto.



Figura 7. Relação entre o número de folhas cortadas e a distância do ninho ($r = -0,7687$)



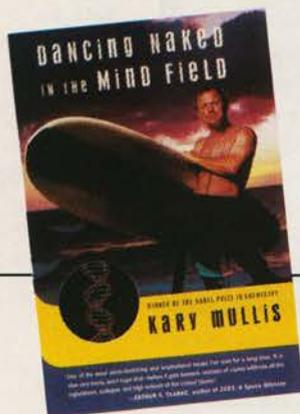
Área preferencial de exploração

Tudo indica que as formigas definem uma área preferencial para a coleta dos recursos de que necessitam para o cultivo do fungo de que se alimentam. É possível que isso esteja vinculado ao fato de as formigas obterem maior sucesso nessas áreas. Se há recursos bem perto, os limites da área de busca são menores. Se não há sucesso, a área é ampliada. Nessa área mais próxima as formigas aceitam itens que não explorariam em áreas distantes. É como alguém que escolhe uma determinada cidade para comprar tecidos por saber que lá vai gastar menos dinheiro (energia, no caso das formigas) e obter produtos mais variados e produtos mais adequados às suas necessidades. Mas quem já não comprou algo que normalmente não compraria apenas por estar mais perto, bem 'à mão'?

O espaço de coleta intensiva é delimitado através da construção de trilhas e do uso de um sistema de comunicação químico e tátil entre as formigas operárias, que 'indicam' aquela área como preferencial para exploração. Isso pode explicar por que a colônia explora tanto espécies de maior preferência quanto as de menor preferência: as formigas teriam forte estímulo comportamental para usar os recursos de uma determinada área, mesmo que tais recursos não sejam os ideais.

O uso de um tipo de planta faz parte do repertório comportamental das operárias exploradoras, capazes de 'reconhecer' potenciais plantas-alvo (figura 8) e excluir as que contenham compostos químicos nocivos às próprias formigas ou ao fungo. Assim, as operárias da saúva-limão fariam uma amostragem estatística dos recursos da área e escolheriam as espécies a serem exploradas com base nesse 'reconhecimento' dos diferentes tipos de vegetais e nas necessidades da colônia. Mas a seleção das plantas individuais destinadas ao corte, como ficou claro na pesquisa, é fortemente influenciada pela distância entre essas plantas e o formigueiro.

Figura 8. Folhas de laranja-da-china atacadas pela saúva-limão, com os cortes arredondados típicos dessas formigas



Uma história irreverente e nada convencional

Dancing naked in the mind field

Kary Mullis

Nova York, Pantheon Books, 222pp. US\$ 24

A curiosidade sobre o mundo natural é universal entre as crianças desde a mais tenra idade. Quem não se lembra de ter ficado imaginando por que dia e noite se sucedem inexoravelmente, ou de observar as fileiras organizadas de formigas, tentando entender o que elas dizem umas às outras, ou ainda ficar elocubrando sobre como é possível uma árvore tão grande ter nascido de uma semente tão pequena? Se essa curiosidade é assim generalizada pode ser saciada a partir do conhecimento científico ensinado na escola, por que uma proporção tão pequena, e decrescente, daqueles que freqüentam as aulas continua a se interessar por ciência e uma fração ainda menor decide seguir uma carreira científica?

Tal questão tem preocupado bastante os educadores, cientistas e autoridades governamentais nos mais diferentes países por ser generalizada. Estudos realizados para identificar a origem do problema têm revelado que, devido à maneira como a ciência é ensinada em todos os níveis escolares, os estudantes são levados a acreditar que ela é uma atividade difícil, que exige dedicação

total e exclusiva, obrigando seus praticantes a abrir mão de outros interesses, até mesmo do convívio familiar. Em outras palavras, é quase um sacerdócio e, ainda por cima, mal remunerado. Os próprios cientistas fazem muito pouco para mudar essa imagem popular da ciência, já que a confirmação dela, de certa maneira, serve para ressaltar os 'atributos especiais' daqueles que se dedicam ao avanço da pesquisa.

Visto dessa perspectiva, o livro do bioquímico norte-americano Kary Mullis – agraciado com o prêmio Nobel de Química de 1993 pela invenção do PCR (*polymerase chain reaction*), técnica de replicação de DNA que viabilizou os avanços atuais em biologia molecular – é totalmente inovador. Ele destrói a imagem do cientista que não sai de seu laboratório e apresenta outro profissional que, tendo recebido o reconhecimento máximo na profissão, nunca deixou de viver intensamente nem de manter vários interesses: do surfe, que pratica diariamente, à astronomia e vida extraterrestre. Sem falar de outras coisas mais mundanas, como a paixão pelo sexo oposto e suas tão criticadas revelações de ter

tomado LSD e experimentado drogas que sintetizava em seu laboratório nos efervescentes anos da cultura *hippie*. Para Kary Mullis, o “laboratório é apenas mais um lugar para brincar”, de certa maneira uma extensão das experiências químicas que, desde criança, conduzia na garagem de sua casa em Colúmbia, Carolina do Sul (ele não é da Califórnia, como a maioria das pessoas acredita).

Assim, muito mais do que revelar que os cientistas, mesmo os mais famosos, são pessoas que sentem e vivem como outras quaisquer, o que Kary Mullis deixa claro é que fazer ciência é uma atividade bastante divertida. Essa concepção, segundo ele, desenvolveu-se durante o contato com alguns mentores que tiveram importância fundamental em sua vida – desde a mãe até o orientador de doutorado em Berkeley, passando pelo professor de química no colegial, que deixava o laboratório aberto para todos os estudantes, após as aulas. Isto é mais um indicador de que a apreciação pela ciência é algo que se constrói e que, como tal, depende do ambiente e das influências recebidas em casa e na escola.

Apesar de sua paixão pela ciência, Kary Mullis reconhece as limitações do conhecimento científico quando aplicado a situações da vida real. Convocado como testemunha de defesa no controverso julgamento do jogador de futebol americano O.J. Simpson, ainda que não tenha deposto, ele explica aos leitores que as evidências genéticas não são absolutas e que sua interpretação pode ser influenciada por julgamentos preconcebidos. Reconhece também que o 'sistema social da ciência' não tem nada de especial no seu funcionamento: linhas de pesquisa ganham proeminência, reputações são construídas e destruídas, prêmios são concedidos dentro de uma estrutura de poder bastante resistente a inovações e controlada por uma elite.

Enfim, ainda que escrito pelo inventor do PCR, *Dancing naked in the mind field* (Dançando nu no campo da mente) não é o relato do autor sobre sua invenção, mas sobre si mesmo: sobre suas paixões, suas crenças, incluindo a ciência. Nada em Kary Mullis é convencional, daí porque este livro, provavelmente, vai incomodar muitas pessoas e, talvez como já previu o autor britânico de ficção científica Arthur Clarke, seja até ignorado ou banido pelo *establishment* científico. De fato, tem muito no livro para não se gostar: o estilo literário é medíocre, o autor é bastante arrogante e seu tratamento de certas questões ronda a permissividade moral. Apesar disso tudo, o livro é divertimento certo: informativo, curioso, instigante, revelador, controverso, escrito pelo mais famoso cientista excêntrico do nosso tempo.

Léa Velho

Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas

Idéias econômicas, decisões políticas

Lourdes Sola

São Paulo, Edusp, 500pp., R\$ 35,00

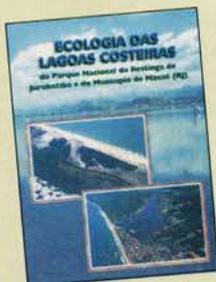
As políticas econômicas são tema crucial nos debates sobre os rumos do país. Lourdes Sola, adaptando sua tese de doutorado defendida na Universidade de Oxford (Inglaterra), trata do assunto de uma perspectiva transdisciplinar e reconstrói um período-chave da história brasileira, entre o fim do Estado Novo até o golpe de 1964. O livro trata das relações entre as mudanças econômicas e as políticas durante a vigência da democracia populista, destacando os processos decisórios que moldaram a evolução do capitalismo brasileiro. Com o estudo das sucessivas políticas econômicas nacionais, a autora explica seus sucessos, fracassos e discute questões mais gerais como as origens do desenvolvimentismo e o populismo.



Ecologia das lagoas costeiras

Francisco de Assis Esteves (org.)

Rio de Janeiro, Nupen/UFRJ, 442pp., R\$ 40,00



O Rio de Janeiro é um dos estados brasileiros com maior número de lagoas costeiras; no entanto, esses ecossistemas têm sido pouco preservados. Importantes econômica e socialmente, as lagoas só poderão ser recuperadas com a realização de pesquisas para sua preservação. Diante desse quadro, pesquisadores do Laboratório de Limnologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) vêm pesquisando, há mais de 15 anos, inúmeras lagoas nos municípios de Macaé e Carapebus.

Os principais resultados desse trabalho, que deu maior ênfase às lagoas localizadas dentro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, foram publicados neste livro. Estão registradas as principais modificações provocadas pelos constantes impactos sofridos por esses ecossistemas e também propostas, desenvolvidas ao longo da pesquisa, para a recuperação da estabilidade ecológica. O livro pode ser adquirido no Laboratório de Limnologia, Departamento de Ecologia, do Instituto de Biologia da UFRJ, Cidade Universitária, RJ. Caixa Postal: 68020, CEP 21940-540. Tel.: (021) 270-4950.

Biodiversidade em Minas Gerais

Claudia M. R. da Costa e outros

Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 94 pp., R\$ 50,00

Um atlas da biodiversidade de Minas Gerais foi desenvolvido a partir de um *workshop* que contou com a participação de 121 especialistas de universidades, institutos de pesquisa, organizações governamentais e não-governamentais e empresas. Em uma edição bem cuidada, com belas fotos, são mostradas características físicas e paisagísticas de Minas, assim como aspectos políticos e econômicos. Foi também realizada uma análise de como está sendo conservada a natureza do estado e das políticas atuais. Foram estabelecidas por grupos temáticos de trabalho, as prioridades de conservação de aves, mamíferos, anfíbios, peixes etc. Ao final do atlas, são recomendadas as diretrizes para que a biodiversidade mineira seja recuperada e conservada. Para comprar o atlas, deve-se entrar em contato com a Fundação Biodiversitas: tel.: (031) 291-9673. E-mail: biodiversitas@biodiversitas.org



A face feminina

A personagem Ripley (do filme *Alien*) foi uma inovação no universo feminino da FC cinematográfica



Princesa Leia



Oficial Uhura

Um olhar desavisado

pode fazer supor que a ficção científica (FC) é um gênero exclusivamente masculino, tanto em relação aos escritores quanto aos leitores.

Mas essa literatura nasceu de uma mulher:

a escritora inglesa Mary Shelley (1797-1851), autora do romance *Frankenstein* (1818).

Um breve exame das revistas dos anos 50 mostra uma extensa lista de autoras, ocultas por iniciais ou pseudônimos masculinos, que escreviam FC para uma audiência essencialmente masculina.

Nas décadas de 60 e 70 aumentou o número de mulheres escritoras e também foi ampliada sua temática no gênero.

O movimento feminista realmente mudou a FC.

Um bom exemplo é o de Ursula K. Le Guin, hoje com 70 anos, que escrevia em estilo tradicional, mas publicou o romance

A mão esquerda da escuridão (1969), um brilhante exame dos papéis sexuais.

A partir daí, outras autoras escreveram textos com mulheres fortes, antes raras na FC. Surgiram obras feministas, às vezes amargas como *The female man* (1975), de Joanna Russ (atualmente com 62 anos), e os contos produzidos por Alice Sheldon (1915-1987) – sob os pseudônimos de James Tiptree Jr. e Raccoona Sheldon – no final dos anos 60. O processo continua com autoras que fazem uma FC sofisticada.

A FC se desenvolveu em uma cultura patriarcal. Quando as personagens femininas

na da FC

apareciam, eram definidas pelo seu relacionamento com as personagens masculinas – eram objetos a serem desejados, temidos, salvos ou destruídos. Mais tarde, quando a FC ficou mais ousada, as mulheres apareciam apenas para validar o protagonista como macho heterossexual.

Antes dos anos 60, as escritoras tendiam a refletir a visão de que a mulher do futuro pilotava fogões automáticos em cozinhas robotizadas, enquanto os homens saíam para se aventurar em locais nunca dantes navegados. Protagonistas masculinos também sofriam estereótipos: havia o herói e toda sorte de bandidos dos mais variados quilates, alienígenas e robôs. Em geral, as mulheres ou eram perseguidas pelos vilões ou pelos mocinhos. Clichê por clichê, os homens se divertiam mais.

Esse panorama mudou com a exploração de assuntos mais sérios, principalmente pelos escritores mais modernos. Assim, as mulheres, atraídas pela nova imagem da FC, passaram a exigir e a criar protagonistas mais verdadeiros. E o cinema? Infelizmente esse meio não acompanhou os esforços da FC literária. Muitas vezes, as mulheres continuavam aparecendo como vítimas, robôs ou prostitutas (às vezes tudo ao mesmo tempo).

Uma exceção está em *Guerra nas estrelas* (1977), quando a princesa Lea (vvida por Carrie Fischer), ao ser resgatada das garras de Darth Vader (interpretado por David Prowse), é obrigada a arrancar a arma das mãos de um dos heróis e resolver o ‘problema’ por conta própria. Outro momento que não pode ser esquecido está na série de TV *Jornada nas estrelas*, em plena década de 60, quando Uhura, uma oficial mulher e negra interpretada por Nichelle Nichols, partilhava a sala de comando da nave estelar *Enterprise* com uma tripulação masculina. Mas foi o filme *Alien*, de Ridley Scott (1979), que trouxe uma personagem notável – Ripley, representada por Sigourney Weaver, era uma ‘mulher herói’.

O papel da mulher no Brasil

No Brasil, a FC contou com a colaboração de mulheres desde os seus primórdios. Para os aficcionados, o ponto de referência obrigatório é a coleção Ficção Científica GRD, melhor exemplo do que se fez no gênero no Brasil, sob a batuta pioneira do editor baiano Gumercindo Rocha Dorea. Em 1960 ele publicou de Dinah Silveira de Queiroz (1917-1982) a coletânea *Eles herdarão a Terra*, com histórias de fantasia, com teor poético e ingênuo.

Em 1961 foi lançada a *Antologia brasileira de ficção científica*, em que Dinah aparece ao lado de duas outras mulheres, Lúcia Benedetti e Zora Seljan. Depois a editora publicou *Histórias do acontecerá*, com Dinah, Zora e Rachel de Queiroz. Mas nossa grande autora era mesmo Dinah. Em 1971 ela lançou novo volume de contos, *Comba Malina*. Preocupada com a conotação ‘científica’ do gênero, a escritora preferia o termo ‘literatura de antecipação’.

Atualmente poucas autoras escrevem FC no Brasil. Anna Creuza Zacharias tem produção constante e prolífica, seu último trabalho apareceu na antologia *Estranhos contatos* (1998). Carla Pereira estreou bem em 1998, na antologia *Outras copas, outros mundos*.

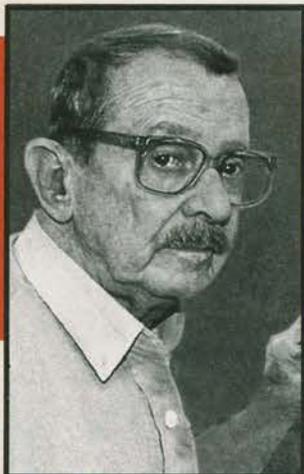
Os autores masculinos, contudo, continuam ‘colocando as mulheres no seu devido lugar’. Há histórias onde não aparece sequer um personagem feminino. Em outras, elas são uma pálida imagem, endeusada ou combatida. Há quem as situe como alvos de agressões intoleráveis, até por uma questão de bom gosto: no romance *A guerra dos cachorros* (1983), de José Antonio Severo, a personagem feminina, uma jornalista independente que se envolve amorosamente com um policial casado, sofre uma terrível agressão sexual e acaba sendo literalmente jogada aos cachorros. Preconceito contra as mulheres? É o que parece, mas as escritoras estão aí para mudar esse quadro.

Finisia Fideli

Especial para *Ciência Hoje/SP*
Escritora de ficção científica



As revistas de FC retratavam as mulheres como objetos a serem salvos ou destruídos



IN MEMORIAM 1911-1999

O último historiador marxista ortodoxo

Nelson Werneck Sodré morreu no dia 13 de janeiro, em Itu, no interior de São Paulo. Jornais e revistas lembraram aspectos marcantes da vida e obra do historiador, professor e general reformado. Publicou em torno de 60 títulos e muitas dezenas de artigos; lecionou história militar do Brasil, na Escola do Comando e Estado Maior do Exército, nos anos 40, bem como história do Brasil no Instituto Superior de Estudos Brasileiros (ISEB), nos anos 50 e começo dos 60. Como militar, destacou-se por sua competência e disciplina. Identificado com o materialismo histórico, foi um nacionalista combativo, notabilizando-se, entre as décadas de 40 e 50, por sua atuação no Clube Militar em prol do monopólio estatal do petróleo.

Um registro formal e quase asséptico da vida e obra de alguém como Werneck Sodré, nos moldes do esboçado acima, parece-me estranho e um tanto sem sentido. Para mim, pelo menos, é impossível deixar de lado vivências e apagar da memória a importância do autor. A tarefa não é nada fácil: em meio ao espetáculo de mídia que se desenrola ante nossos olhos, tendo como contrapontos as histerias milenaristas ou fundamentalistas, é compreensível o distanciamento desdenhoso ou complacente demonstrado por muitos historiadores com relação à obra de Werneck Sodré.

Um ceticismo epistemológico mais ou menos difuso, um certo niilismo ético-político, o fim da história como processo real e racional – ingredientes da ‘pós-modernidade’ – favorecem a mentalidade

do ‘pós-tudo’, a começar pelo próprio marxismo. Resultam daí, num duplo movimento, a visão estereotipada do ‘marxismo de Werneck Sodré’ e a redução de sua produção historiográfica à condição de ‘datada’ e ultrapassada.

Uma dupla revisão se faz então urgente: tentar compreender e explicar autor e obra no seu próprio tempo, segundo suas ‘circunstâncias’, começando pelas características da escrita e do ensino da história nos anos 50 e 60. É oportuna ainda uma avaliação crítica das características da ‘história do tempo presente’, como a que Sodré propôs em *A farsa do neoliberalismo*. A partir de tal análise, podemos repensar o próprio marxismo, pois, como se torna cada dia mais evidente, a derrubada do muro de Berlim não significou o fim da esperança

e da utopia, tal como não inaugurou uma era de equilíbrio e felicidade sob a égide do capitalismo globalizado.

Enunciar os objetivos da missão não significa que se possa cumpri-la neste espaço. Pretende-se aqui apontar caminhos, sublinhar um aspecto ou outro, sempre com o intuito de desfazer certos mal-entendidos, frutos do desconhecimento inconsciente que relegou a obra de Sodré ao nimbo das coisas curiosas mas ultrapassadas – “uma história baseada na interpretação econômica e evolucionista da sociedade brasileira”.

De 1924, ano do ingresso no Colégio Militar, a 1946, seu último ano na Escola do Estado Maior, Sodré dedicou-se intensamente às tarefas militares, sem perder de vista leituras e estudos, onde

a história do Brasil ocupava lugar destacado. Em 1946, já capitão, ele podia realizar um balanço positivo de seu 'esforço cultural': a *História da literatura brasileira, seus fundamentos econômicos* (1938), seu primeiro livro, o *Panorama do Segundo Império* (1939), *Oeste – Ensaio sobre a grande propriedade pastoril* (1941), *Formação da sociedade brasileira* (1944), *O que se deve ler para conhecer o Brasil* (1945).

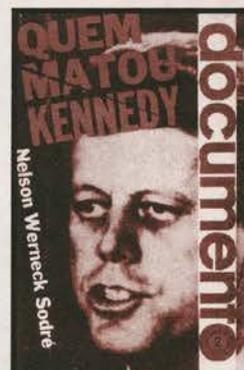
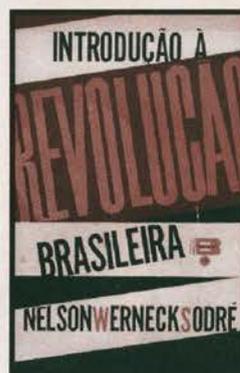
A popularidade de Werneck Sodré entre a intelectualidade de esquerda e, principalmente, entre estudantes de história e ciências sociais foi típica de meados dos anos 50 ao início dos 70. Nesse período alguns de seus livros tornaram-se verdadeiros manuais, leituras obrigatórias, antídotos a uma historiografia empirista, factualista, político-institucional, personificada no Rio de Janeiro por Hélio Viana. Daí a ampla aceitação de livros como: *Introdução à revolução brasileira* (1958), *A ideologia do colonialismo* (1961), e, sobretudo, *Formação histórica*

do Brasil (1962), *História da burguesia brasileira* (1964), aos quais se seguiram *As razões da independência* (1965), *História militar do Brasil* (1965) e *História da imprensa no Brasil* (1966).

Em 1962, Werneck Sodré passou para a reserva, como general. Desde meados dos anos 50, ele se dedicara mais ao ISEB, espécie de usina que deveria gerar ou aglutinar a ideologia do 'nacional-desenvolvimentismo', sobre um embasamento teórico marxista. Surgia então um foco de divergências teórico-práticas entre os defensores do marxismo, divergências perceptíveis a partir de uma comparação entre o marxismo 'isebiano' e o 'uspiano', no início dos anos 60.

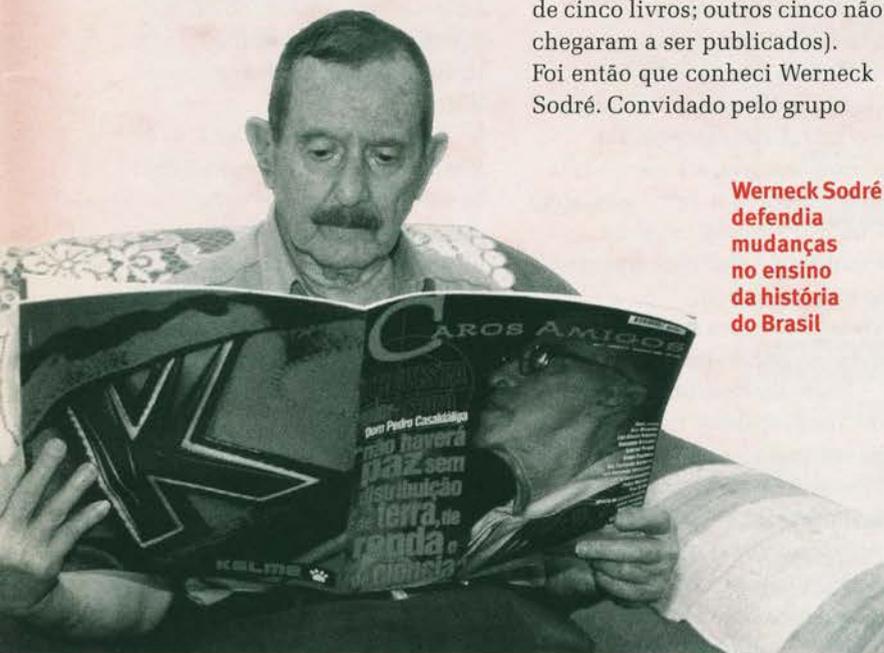
Werneck Sodré não se limitou ao sucesso de seus livros e de seus cursos no ISEB. Desde sempre criticava os erros e insuficiências dos manuais de história do Brasil utilizados no curso secundário; surgiu assim, em 1963, o esboço do que seria a 'História nova do Brasil' (projeto que gerou a redação e a publicação de cinco livros; outros cinco não chegaram a ser publicados). Foi então que conheci Werneck Sodré. Convidado pelo grupo

Werneck Sodré defendia mudanças no ensino da história do Brasil



de alunos e ex-alunos capitaneado por Sodré para ser uma espécie de assessor, participei de muitas reuniões dirigidas pelo general. Redigi o 1º volume de *O descobrimento do Brasil*, discuti bastante *A independência de 1822*. Recebi no Natal daquele ano um livro com dedicatória de Werneck: "Com a estima e o apreço do trabalho em comum." Um convívio um tanto breve, embora marcante, que logo seria interrompido pelo golpe militar de março de 1964.

Destruido o ISEB, perseguidos e cassados quase todos os que ali trabalhavam,





O historiador manteve-se fiel, por toda a vida, à sua maneira de pensar a realidade brasileira

Werneck Sodré prosseguiu sua luta: *Ofício de escritor* (1965), *Memórias de um soldado* (1967), os volumes de *Fundamentos teóricos do marxismo* (1968), e, em Buenos Aires, *Brasil – radiografia de um modelo* (1973). A partir de 1978, quando publicou *A verdade sobre o ISEB*, ele voltou-se para temas polêmicos da história do Brasil e assumiu uma postura cada vez mais crítica, quer em relação à política brasileira, quer sobre as novas tendências historiográficas nas quais denunciava os descaminhos ideológicos e as concessões oportunistas. Defendeu sempre o ISEB, a História Nova, o marxismo, contra seus críticos de direita, simbolizados pelos historiadores do IHGB (Instituto Histórico Geográfico Brasileiro), e de esquerda – simbolizados por alguns professores da USP.

Por fim, Werneck Sodré

publicou, em 1995, *A farsa do neoliberalismo* e, em outubro de 1998, *Tudo é política* (coletânea de artigos publicados ao longo de 50 anos). Em tempos tão propícios ao repúdio de antigas idéias, tanto na teoria quanto na prática, o historiador impressiona pela coerência que manteve, do princípio ao fim de suas obras, com sua maneira de pensar a realidade brasileira: “Há em tudo que escrevi uma direção e um sentido.” Para ele, afinal, a escrita da história é uma prática didática e, como tal, política. Fiel ao nacionalismo que se baseia na imensidão e riqueza do país, Sodré sempre afirmou o quanto são velhos os nossos problemas, cujas raízes mergulham, não raro, na fase colonial.

Infelizmente, porém, como bem o percebia Werneck Sodré, a vitória da contra-revolução em 1964 teve uma conseqüência quase fatal para a historiografia praticada por ele:

a ‘demonstração’ de alguns dos erros mais evidentes do nacional-desenvolvimentismo, do populismo e do marxismo isebianos, daí a eleição dos bodes expiatórios: o ISEB, a História Nova e os livros de Nelson Werneck Sodré. Contra a ‘fábrica de ideologias’ e o marxismo mecanicista e economicista, era necessário desenvolver um outro marxismo – menos ‘ideológico’, mais ‘científico’, academicamente bem comportado. Tratava-se agora da hora e da vez de São Paulo.

Hoje, algumas décadas após os ‘anos rebeldes’ da década de 60, já é possível apontar alguns elementos de natureza historiográfica que puseram em xeque a história tal como Sodré a compreendia e praticou a vida toda: o fim da história, a crise dos paradigmas

– ou, o fim da ‘grande teoria’; o abandono de categorias como totalidade, racionalidade e causalidade. Não é de se admirar, portanto, que aos olhos de novas gerações de historiadores a história produzida por Werneck Sodré tenha todas as características típicas de um tempo que já foi esquecido ou fora de moda.

Creio, no entanto, que dificilmente se poderá negar a importância decisiva que tiveram as sínteses interpretativas da história brasileira escritas por Werneck Sodré à luz do marxismo. Talvez tenham sido as últimas antes do triunfo da ‘fragmentação historiográfica’. Mais importante, na verdade, é o próprio marxismo de Sodré – anterior ao pensador francês Louis Althusser (1918-1990) e à onda estruturalista – mas ainda assim inquietante, provocador.

Talvez tenha sido esta uma das mais significativas lições dele, que foi o ‘último historiador marxista ortodoxo’: somente o historiador marxista pode afirmar tanto a realidade da história como a possibilidade de seu conhecimento objetivo, a partir dos pressupostos teóricos do materialismo histórico.

Assim, até a sua morte, Werneck Sodré manteve-se fiel às suas idéias. Indiferente às cassandras e hienas, vivenciou o apogeu e o ocaso do marxismo, certo de que, cedo ou tarde, ele renasceria. Ao lado de um punhado de intelectuais, Sodré se manteve crítico e fiel à crença no futuro do socialismo.

Francisco José Calazans Falcon
Departamento de História,
Pontifícia Universidade Católica,
Rio de Janeiro

Cadeira de rodas é orientada pela cabeça

Usuários ganham mais autonomia nos comandos

Paraplégicos e, inclusive, tetraplégicos já não precisam depender da boa vontade de parentes ou amigos para empurrar a cadeira de rodas. Uma equipe coordenada pelo professor Nicola Getschko, do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, desenvolveu um modelo de cadeira de rodas inédito no mundo que dispensa o controle manual e confere maior independência ao usuário: uma cadeira guiada por movimentos da cabeça.

“Percebemos que muitas defi-

ciências motoras comprometiam a movimentação das mãos, mas não da cabeça. Então procuramos desenvolver um modelo de cadeira comandada pela parte não afetada do corpo”, diz Nicola.

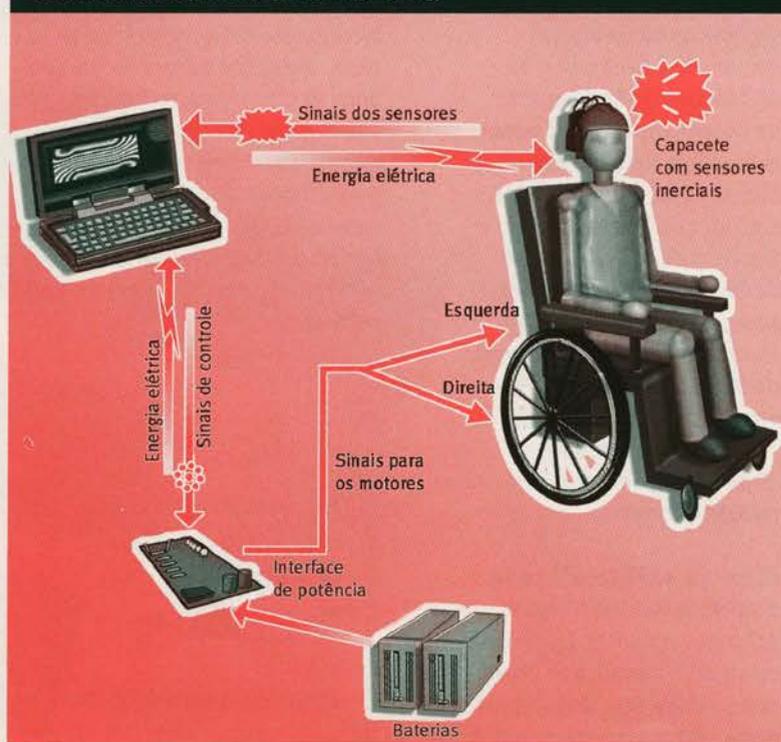
A cadeira é equipada com um microprocessador, ligado a um capacete por um cabo de duas vias. Por uma via, o capacete é alimentado com corrente elétrica. Pela outra são enviados sinais digitais indicando a variação da posição da cabeça, captada por sensores inerciais acoplados ao capacete. Esses sinais são decodificados pelo

microprocessador, que gera novos sinais e os transmite a dois motores de corrente contínua localizados nas rodas traseiras da cadeira.

Quanto mais o usuário inclina a cabeça para a frente, mais rápido a cadeira se move. As curvas são feitas com um movimento de inclinação lateral da cabeça. Para parar, basta movê-la no sentido oposto. E se qualquer movimento brusco é detectado, a cadeira pára por completo. “Movimentos abruptos podem significar um desmaio, por exemplo. Isso é um mecanismo de segurança”, explica um dos membros da equipe, o engenheiro mecânico Eduardo Tannuri. “Além disso, o programa de controle consegue discernir leves tremores de reais comandos, evitando o deslocamento numa direção indesejada”, completa seu colega Paulo Debenest.

A equipe de Nicola está agora trabalhando num segundo protótipo que possibilite um maior conforto ao usuário através da miniaturização do conjunto de sensores. Ao mesmo tempo, os pesquisadores já estão fazendo contatos com indústrias e empresários para viabilizar uma futura comercialização do modelo. Quem quiser obter maiores informações sobre a cadeira pode contactar o professor Nicola Getschko pelo e-mail ngtschk@usp.br.

Como a cadeira funciona



Danielle Nogueira
Ciência Hoje/RJ

Serapilheira e serrapilheira

Gostaríamos de fazer uma retificação no artigo 'O menor sapo do planeta' (CH nº 141). No quarto parágrafo, encontramos o termo 'serrapilheira'. (...) Segundo o *Glossário de ecologia*, 2ª edição, 1997, editado pela Academia de Ciências do Estado de São Paulo, o termo correto é 'serapilheira', ou seja, "camada sob cobertura vegetal, consistindo de folhas caídas, ramos, caules, cascas e frutos, depositados sobre o solo". (...) É erroneamente designada 'serrapilheira' ou 'liteira'.

CLÁUDIA REGINA BOSA
E CARLOS ALBERTO MIQUELOTO
CURITIBA, PR

O termo 'serrapilheira', usado por CH e por vários pesquisadores que já publicaram artigos na revista, é registrado em enciclopédias e dicionários como uma variação e não uma forma errônea de 'serapilheira'.

Encontro no carnaval

Neste carnaval deparei-me com um exemplar da CH. Foi uma experiência muito gratificante. Adorei a revista. Solicito a gentileza de publicarem meu 'anúncio': troco experiências com pessoas e clubes de ciências no país e no exterior.

SANDRO DE SOUZA TEIXEIRA
VITÓRIA, ES

O leitor forneceu o seguinte endereço: Caixa Postal 80, CEP 29001-970, Vitória, Espírito Santo.

O filósofo Henrique Vaz

Nós, da Residência dos Jesuítas da Pontifícia Universidade Católica, assinamos a CH, que está ótima. Acho que o excelente artigo sobre o padre Henrique Cláudio Vaz (CH nº 146) foi uma homenagem merecidíssima. O padre Vaz é absolutamente notável. Uma pessoa que há tantos anos se dedica, em tempo integral, à vida intelectual em uma área tão árdua, como a filosofia. E com enorme proficiência. O espaço dado pela CH sur-

preendeu-me positivamente, sendo evidente, em nossa *intelligentia*, um viés antieclesiástico e anticatólico. Isso mostra a elevação indiscutível do Padre Vaz, acima de opiniões e crenças. (...) Ao se referir ao padre Fernando Ávila, o artigo diz que ele foi um dos criadores da PUC. Na realidade, quando a PUC foi criada, o padre Ávila era um estudante jesuíta (...). O criador da PUC, se se pode falar de apenas um, foi o padre Leonel Franca, seu primeiro reitor.

PE. PEDRO MAGALHÃES GUIMARÃES FERREIRA
VICE-REITOR DA PUC-RJ
RIO DE JANEIRO, RJ

Tecnologia GPS

É sempre um prazer ler a CH. Temas interessantes e inovadores são abordados. Além, é claro, da publicação dos artigos que visam, sempre, a melhora da pesquisa brasileira. Gostaria de saber que empresas trabalham com a tecnologia GPS no estado de São Paulo.

LEONARDO DE A. NETO
ARARAQUARA, SP

Informações sobre a tecnologia Global Positioning System podem ser obtidas nas seguintes instituições: Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, pelos telefones (016) 274-8254 ou 274-9254, e Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, pelo telefone (019) 429-4143. Também é possível recorrer ao Disque-Tecnologia, da Universidade de São Paulo, através de e-mail (disqtec@edu.usp.br) ou pelos telefones (011) 818-3905 ou 818-3910.

Ciência estigmatizada

Sou leitor da CH há algum tempo. Acho que a revista é um marco na divulgação científica no Brasil. Pena que a ciência seja tão estigmatizada pelos órgãos governamentais brasi-

leiros. Às vezes simplesmente não consigo entender por que isso acontece, quando sabemos que no resto do mundo os cientistas são ovacionados e bem pagos. Aqui, não. Perdemos cérebros privilegiados como se isso fosse a coisa mais natural. Quando é que vamos perceber que hoje, sem ciência, sem tecnologia de ponta, não se chega a lugar nenhum?
ERNANI GETIRANA DE LIMA
PEDRO II, PI

Satisfação do leitor

Gostaria de expressar a satisfação que tenho com as reportagens publicadas na CH. A cada mês tenho a oportunidade de ampliar meus conhecimentos, além de fazer uma viagem aos assuntos ligados à vida. A revista de janeiro/fevereiro de 1999 está excelente, principalmente pelos artigos 'Animais transgênicos' e 'Guano de morcegos'.

ALLYSSON C. SAMPAIO
CONSELHEIRO LAFAIETE, MG



Viagem ao passado

Roberto de Sousa Causo, escrevendo na seção 'Ficção', na CH nº 146, proporcionou-nos uma bela viagem "de volta para o passado". Faltou mencionar o romance de Érico Veríssimo, *Viagem à aurora do mundo*, onde o personagem penetra em uma vila isolada, habitada por uma bela moça e seus curiosos tios, um dos quais, cientista, inventou uma máquina do tempo na qual todos assistem à sucessão das eras geológicas e à evolução animal e vegetal da superfície da Terra.

FERNANDO D. DE ÁVILA PIRES
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, FLORIANÓPOLIS, SC

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br



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

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



www.petrobras.com.br

QUALIDADE SEM LIMITES. COMPROMISSO PETROBRAS.

Internet orienta e apoio aos divorciados
 Confira os sites que trazem info...

RANKING DA QUALIDADE

Dialdata,

da Redação

O Dialdata, o STI e o Universo Online são os melhores provedores de acesso à Internet, segundo avaliação das grandes e médias empresas da Grande São Paulo.

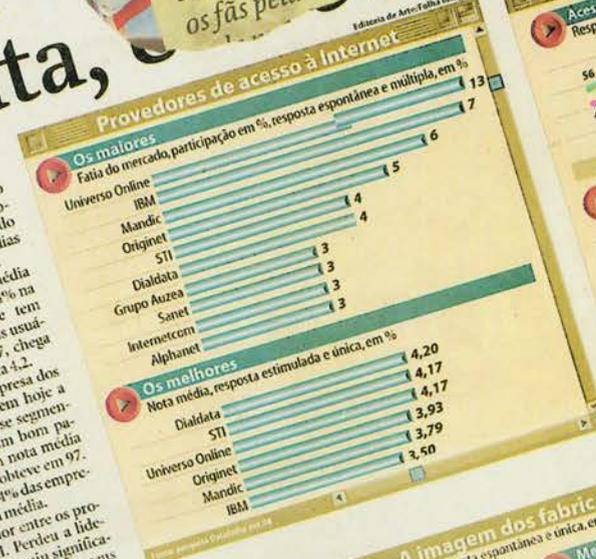
O Dialdata é uma empresa média — sua fatia de mercado é de 4% na — sua fatura de mercado é de 4% na — mostra pesquisa — que tem conseguido agradar aos seus usuários. Segundo lugar, em 97, chega agora a liderança, com nota 4,2.

O Universo Online, empresa dos grupos Folha e Abril, tem hoje a maior participação nesse segmento e vem mantendo um bom média de serviços, com nota em 97. 4,17 — a mesma que obteve em 97. 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%.

Sambista e rapper conversam com os fãs pela



NÃO DÁ PARA SER MELHOR.

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