

- O contra-ataque das plantas
- A redenção das preguiças
- Hálito pode indicar doenças

NEUTRINOS EM EVIDÊNCIA

Em busca dos segredos do universo



ISSN 0101-8515



9 770101 851009

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

Uma chuva de **partículas**

Antes de acabar de ler esta frase, o leitor terá sido atravessado por cerca de 50 bilhões de neutrinos gerados por fontes radioativas naturais da Terra e por mais de 100 bilhões saídos de reatores nucleares. Sem contar os 400 trilhões de neutrinos vindos do Sol, que o estarão atingindo até durante a noite. E quando finalizar a leitura desta revista, o leitor terá emitido 20 milhões dessas intrigantes partículas que ajudam a compor a matéria. Investigados desde 1930, os neutrinos, tema de nosso artigo de capa, são hoje considerados essenciais nos debates sobre o futuro do universo.

Cercadas de mistérios e lendas, as preguiças foram injustamente rotuladas, durante muito tempo, como animais menores, insensíveis e estúpidos. Mas estudos recentes, apoiados em técnicas que permitem acompanhar de perto esses 'parentes' dos tatus e tamanduás, mostram que as preguiças são extremamente bem adaptadas ao meio em que vivem. *Ciência Hoje* revela novos dados sobre o deslocamento e a dieta desses mamíferos – em especial a preguiça-de-coleira – que sempre atraíram a curiosidade popular e hoje estão ameaçados de extinção.

Embora pareçam adeptas da resistência passiva, as plantas defendem-se ativamente das agressões que sofrem – sejam de vírus, bactérias, insetos e demais organismos ou de agentes não-biológicos, como radiação, temperaturas extremas e poluição. Cada vez mais, grupos de pesquisa do mundo inteiro tentam desvendar os processos bioquímicos envolvidos nessa defesa. Definir o papel das substâncias que participam dessa proteção pode ajudar a melhorar a produção agrícola e, em conseqüência, a qualidade dos alimentos. Nesta edição, apresentamos os resultados mais recentes dessa busca.

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: Alícia Ivanishevich
Secretária de Redação: Valquíria Daher
Editor de Texto: Ricardo Menandro
Setor Internacional: Micheline Nussenzweig
Repórteres: Bianca da Encarnação, Danielle Nogueira e Fernando Paiva
Revisoras: Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Secretária: Theresa Coelho
Colaboraram neste número: Bernardo Esteves, Daniela Evelyn, Heliete Vaitsman e Paul Wymer (reportagem)

ARTE

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

SUCURBAIS

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.
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
Rüdiger Ludemann – Telefax: (071) 379-7716

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Produtora
Pessoal de Apoio

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

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

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

CIÊNCIA HOJE

Redação

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

**ATENDIMENTO AO
ASSINANTE E
NÚMEROS AVULSOS**

TEL.: 0800 264846

CH on-line:

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

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

Programa de Apoio a Publicações Científicas

MCT

CNPq

FINEP

IVZ
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES ZOOLOGICAS



Preguiça-de-coleira: segredos de uma espécie ameaçada

16

As lentas preguiças sempre atraíram muita curiosidade, mas ainda são pouco estudadas. O uso de técnicas modernas, porém, permite obter novos dados sobre os deslocamentos e a dieta desses mamíferos ameaçados de extinção pelos desmatamentos.

Por Antônio G. Chiarello

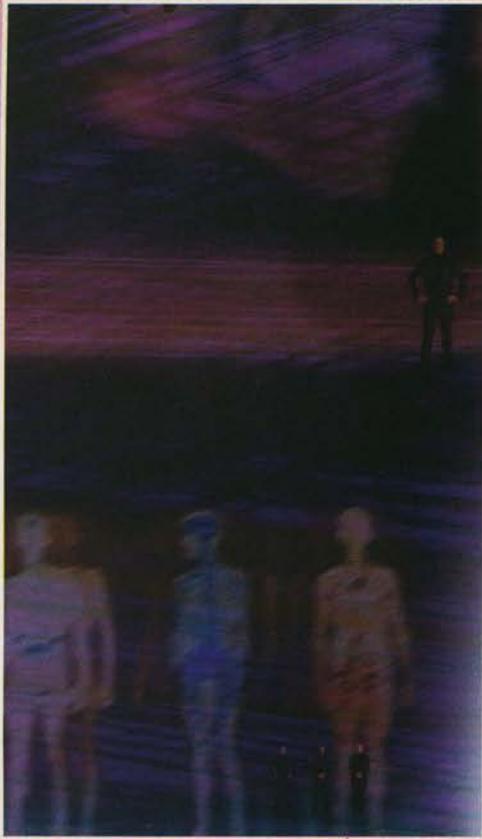


A defesa das plantas contra as doenças

26

As plantas reconhecem ataques de vírus, bactérias e insetos, ou danos causados pela radiação e pela poluição, e acionam sistemas de proteção. Saber como funcionam esses mecanismos é essencial para obter plantas mais resistentes e aumentar a produção e a qualidade dos alimentos.

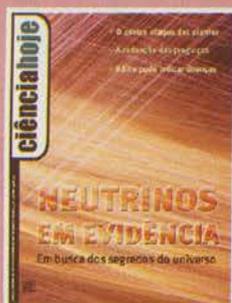
Por Mariana Margis-Pinheiro, Mariana Sandroni,
Matheus Guimarães e Dulce E. de Oliveira



Neutrinos: partículas onipresentes e misteriosas 34

Cada pessoa é atravessada, em apenas um segundo, por centenas de trilhões de neutrinos, uma das mais intrigantes partículas elementares. 'Inventada' em 1930, essa partícula está presente hoje até nos debates sobre o futuro do universo.

Por Adriano A. Natale e Marcelo M. Guzzo



O LEITOR PERGUNTA

Sempre que tomo qualquer tipo de mel, tenho enjôos. O que causa essa reação?  4

O que é mal de Hashimoto?

Mulheres com mais de 55 anos são, de fato, as principais vítimas da doença? 4

O que é o tempo de reação na engenharia de segurança de trânsito?  5

Que fatores permitem que dois ossos articulados possam se mover sem muito atrito?  5

ENTREVISTA

Warren Wiscombe

De olho na Terra



6

MUNDO DE CIÊNCIA

A promiscuidade dos *introns* 10

HUMOR

40

EM DIA

Pesquisa sem fronteiras  41

Fósseis na selva 42

Ciência de portas abertas 44

Esperança de recuperação para o fígado 47

Em dia com os vírus 48

O diagnóstico que sai da boca  50

EM FOCO

54

PRIMEIRA LINHA

Irresponsabilidade teórica e didática  55

Um sobrevivente em rios poluídos 59

OPINIÃO

Amazônia: do extrativismo ao neoextrativismo 62

RESENHA

Português sem dor  66

MEMÓRIA

Chave para os enigmas do antigo Egito  68

FICÇÃO

Imaginário em transe  70

CARTAS

72

? Sempre que tomo qualquer tipo de mel, puro ou misturado a outros alimentos, tenho enjôos. Li nesta seção da revista sobre alguns méis tóxicos mas não encontrei solução para meu problema. O que pode me causar esta reação?

ANA PAULA BRANDÃO LOPES, POR E.MAIL

São muito raros os casos de alergia causados por méis de abelha e, mais raros ainda, são os casos de intoxicação. Entretanto, todos os alimentos podem proporcionar esse tipo de reação. No caso do mel, a alergia pode ser provocada pelos grãos de pólen nele existentes. Ou até mesmo pela presença de produtos biológicos no mel, como antibióticos e certas enzimas, que causam,

em algumas pessoas, uma reação alérgica. Nesse caso, é importante consultar um médico alergista.

A maior parte das reações provocadas por méis tóxicos não é grave e, raramente, ocorrem problemas sérios. Os méis tóxicos são produzidos, principalmente, a partir de plantas da família Ericaceae, como os *Rhododendron* na Anatólia (Turquia) e na Columbia britânica (Canadá). No Brasil, suspeita-se das ericáceas. Já na Nova Zelândia, o mel tóxico é oriundo das secreções, colhidas pelas abelhas,

de um inseto hemíptero que se alimenta da seiva de uma planta tóxica. No livro de minha autoria, *Vida e criação das abelhas indígenas sem ferrão*, é possível encontrar no capítulo 28 – ‘Alguns méis, melados e saburás (pólenes) tóxicos para pessoas’ – mais detalhes sobre o assunto.

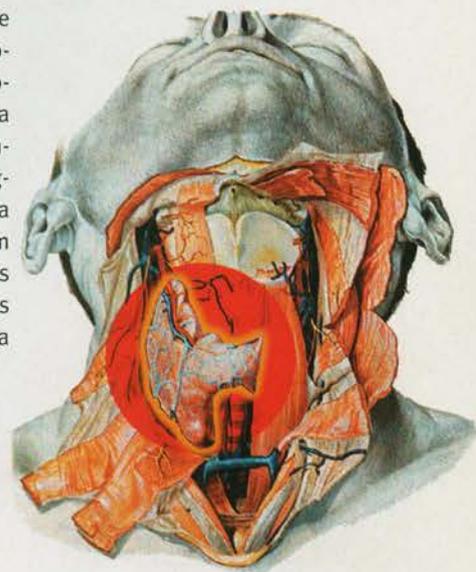
Paulo Nogueira-Neto
Professor titular (aposentado)
de Ecologia,
Universidade de São Paulo

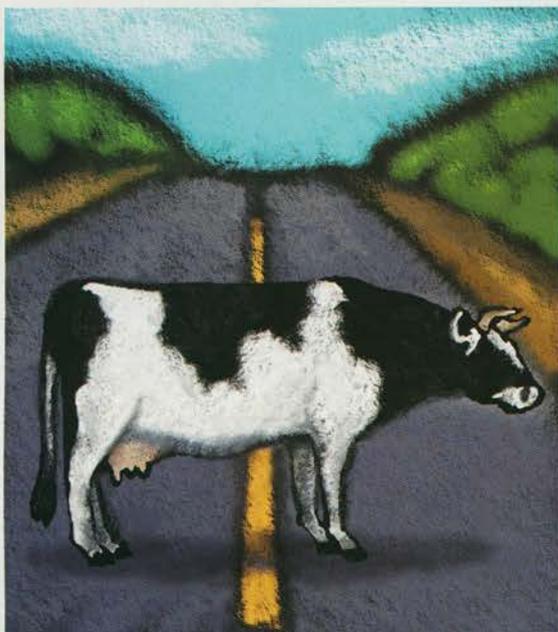
? O que é **mal de Hashimoto?** Mulheres com mais de 55 anos são, de fato, as principais vítimas da doença?

CAMILA ROCHA, RESENDE/RJ

A expressão ‘mal de Hashimoto’ designa uma doença inflamatória crônica que acomete a glândula tireóide. O nome é uma homenagem ao cirurgião japonês Hakaru Hashimoto, que descreveu a doença em 1912. De origem auto-imune, o processo inflamatório é caracterizado pela infiltração difusa da tireóide por linfócitos, que são células do sistema imunológico. Dependendo do grau de destruição do tecido tireoideano, pode haver diminuição significativa da produção dos hormônios T₃ (triiodotironina) e T₄ (tiroxina), da qual resulta um estado de hipotireoidismo. A doença é mais prevalente em mulheres do que em homens, na proporção de 38 para 1. É diagnosticada mais frequentemente após a quarta década de vida, embora haja evidências de que tenha início em épocas anteriores, permanecendo assintomática durante anos.

Leonardo Maurício Diniz
Departamento de Clínica Médica,
Faculdade de Medicina,
Universidade Federal de Minas Gerais,
Serviço de Endocrinologia do Hospital das Clínicas/UFMG





? O que é o tempo de reação na engenharia de segurança de trânsito?

ITALO DE AZEREDO COELHO, BELO HORIZONTE/MG

Mesmo estando preparado para enfrentar as condições adversas que possam interferir em uma viagem, sabe-se que não basta simplesmente ver o perigo para um carro parar.

A pessoa identifica o perigo, decide frear e até que o veículo pare, terá passado algum tempo. Tempo de reação (TR) é o tempo transcorrido desde que o perigo é detectado até o motorista tomar alguma providência. O tempo médio de reação (TMR) é o tempo que motoristas em estado normal gastam para reagir. O tempo médio de frenagem (TF) é o tempo gasto depois de acionado o mecanismo de freio até parar. O tempo de parada (TP) é o tempo gasto desde que o motorista percebe o perigo até o veículo parar.

A fórmula para tal situação é representada por: $TP = TR + TF$

Oswaldo Quelhas

Laboratório de Tecnologia,
Gestão de Negócios e Meio Ambiente,
Universidade Federal Fluminense

ILUSTRAÇÃO MARIO BAG

? Que fatores permitem que dois ossos articulados possam se mover sem muito atrito?

SINDICATO DOS EMPREGADOS NO COMÉRCIO, VIAMÃO/RS

Se não houvesse estrutura articular, a mobilidade do esqueleto seria inviável devido ao desgaste dos ossos e às dores que certamente acompanhariam os movimentos. Nas extremidades dos ossos, existe uma estrutura complexa chamada cartilagem, capaz de permitir o deslizamento das estruturas ósseas. Essa cartilagem, portanto, deve ser preservada, tomando-se cuidados para que ela não sofra agressões, já que ela tem uma capacidade de regeneração muito pequena e até mesmo duvidosa.

Alguns fatores capazes de degenerar a estrutura articular são o excesso de peso corporal e os processos inflamatórios. O excesso de peso faz com que essas estruturas sofram uma pressão excessiva e contínua, levando ao desgaste precoce da estrutura cartilaginosa. Já os processos de dor articular devem ser investigados e tratados rapidamente, evitando que se instale uma inflamação crônica e, portanto, mais agressiva.

Alguns fatores, porém, auxiliam a estrutura articular, proporcionando-lhe estabilidade e evitando o desgaste. No caso dos joelhos, os meniscos atuam como verdadeiros amortecedores, diminuindo o atrito sobre a cartilagem. Outros estabilizadores importantes são os ligamentos, que permitem que a articulação se movimente dentro de um eixo específico, impedindo seu desgaste.



Eduardo Azzi

Departamento de Cirurgia, Universidade Gama Filho/RJ

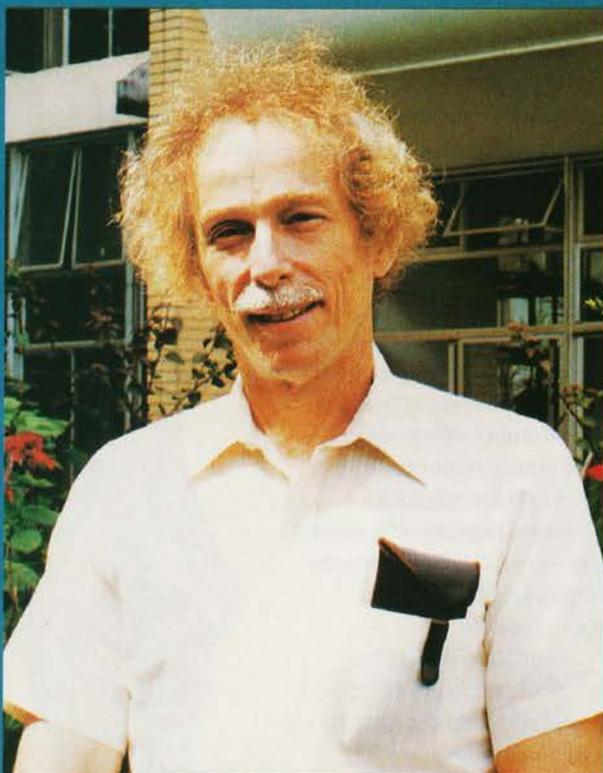
CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbcnet.org.br

Warren Wiscombe

De olho na Terra



Em breve, cientistas e estudantes do mundo todo poderão acessar os dados gerados por um satélite estacionário, instalado em um ponto estratégico do espaço, que vai monitorar as mudanças ambientais ocorridas na Terra. Isso graças à missão Triana, projeto desenvolvido pelo Instituto de Oceanografia Scripps, de La Jolla (Califórnia/Estados Unidos), em parceria com o Centro Aeroespacial de Goddard, da Nasa, agência espacial norte-americana.

Em entrevista a *Ciência Hoje*, o físico norte-americano Warren Wiscombe, da Nasa e um dos líderes da missão, falou pela primeira vez sobre os equipamentos e objetivos do satélite que deverá ser lançado no ano 2000. A confirmação da participação de Wiscombe no Projeto Triana ocorreu durante sua estada no Brasil, no fim do ano passado, quando veio dar um curso sobre efeito estufa na Coppe – Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nesta entrevista, ele destaca a importância dos oceanos, a função das florestas e comenta a ratificação do Protocolo de Kioto e o polêmico uso da energia nuclear.

ENTREVISTA CONCEDIDA A **EMILIO LEBRE LA ROVERE** (COPPE),
BIANCA DA ENCARNÇÃO E **MICHELINE NUSSENZVEIG** (CIÊNCIA HOJE/RJ)

O senhor pode explicar o que é o Projeto Triana?

O Projeto Triana foi imaginado por Al Gore, vice-presidente dos Estados Unidos. Ele teve a idéia de colocar um satélite estacionário no ponto de Lagrange, que fica a cerca de 1,6 milhão km do nosso planeta. Desse ponto, a Terra e o Sol parecem ter o mesmo tamanho. É uma localização extremamente vantajosa para se observar a Terra. Por isso, a idéia inicial de Al Gore era basicamente colocar uma câmera RGB neste ponto para disponibilizar continuamente imagens da Terra na Internet junto com os dados digitais, de maneira que as pessoas pudessem acessar e trabalhar com essas informações. A nossa proposta, escolhida entre nove outras para executar a Missão Triana, vai um pouco além. Dentro do orçamento restrito a US\$ 5 milhões, conseguimos incluir não só uma câmera de 16 canais – muito mais potente do que a RGB de três – mas também um radiômetro, o que creio ter sido a chave de nosso sucesso.

E o que o radiômetro tem de especial?

Ele observará o disco completo da Terra e não só alguns detalhes. Mas há duas outras razões para usar esse radiômetro. A primeira é que queremos estudar o problema acentuado da absorção da radiação solar pelas nuvens. Há uma maneira simples de se fazer isso que é ter dois canais em nosso radiômetro: um é o espectro solar completo com todos os comprimentos de ondas que o Sol emite e

Os outros satélites se movem, mesmo os geostacionários, porque giram na velocidade da Terra. Triana é realmente estacionário. Então, da sua localização pode-se integrar, somar os fótons que recebemos da Terra durante muito tempo, e como resultado, obter um sinal muito bom. Isso é a chave para monitorar mudanças globais. Ao longo de um ano, por exemplo, a mudança do albedo (poder refletor) da Terra seria algo como menos de 0,1%. Os satélites atuais não podem detectar variações desse nível porque se movem depressa demais, impedindo o registro de detalhes. Eles viajam a 17 mil km/h e levam talvez um dia para percorrer a Terra inteira. Do Triana pode-se analisar a Terra toda a cada três minutos, o que é ótimo. Observar as mudanças na Terra dia a dia é o nosso sonho!

Triana também permitirá o estudo dos oceanos?

Ainda não temos certeza de como a câmera poderá observar os oceanos. Ela terá uma resolução de 10 ou 20 km. Isso quer dizer que poderemos estudar os oceanos da mesma maneira que os satélites de órbitas mais baixas. Poderemos ter informações sobre a vida neles, mas ainda não será possível estudar as temperaturas de suas superfícies.

E com relação à vegetação?

Nós convidamos para fazer parte da nossa equipe um especialista em *hot spot* (ponto brilhante), um forte retroespalhamento (retorno da radiação pelo

Atualmente o buraco da camada de ozônio parece atrasar o efeito estufa. Quando ela cicatrizar, o efeito estufa vai disparar, seguindo uma curva semelhante às que já foram previstas, com um aumento de temperatura mais íngreme

o outro, uma faixa de onda mais estreita que cobre o infravermelho próximo. Então, com esses dois canais poderemos determinar se as nuvens realmente absorvem maior quantidade de luz do Sol do que nossos modelos têm previsto. A outra razão do radiômetro, pelo menos essa é nossa esperança, é que ele poderá registrar mudanças globais e isto está relacionado com o efeito estufa. Não sabemos se conseguiremos tudo nessa primeira Missão Triana, mas esperamos que haja outras quando ficar provado o quanto esse ponto é bom para observar a Terra.

Qual a vantagem do Triana em relação aos outros satélites?

mesmo trajeto pelo qual incidiu) pela vegetação que só é visível dentro de um ângulo de alguns graus. Ele ficou muito entusiasmado com o Triana porque o satélite 'olha' diretamente para o retroespalhamento. Com a informação do *hot spot* ou do 'ponto brilhante' pode-se avaliar o estado da vegetação e tudo o mais que se obtém por sensoriamento remoto.

Qual a sua posição sobre a polêmica da origem das mudanças climáticas? O senhor acredita que as ações humanas seriam a causa?

Minha opinião é de que parte do que estamos vendo agora é antropogênico, mas não tudo. Antes de viajar para cá, meus amigos da Nasa me disseram ▶



que este é o ano mais quente. Na verdade, temos tido anos mais quentes desde o século 15. Certamente existem problemas de variações naturais que ainda não entendemos. O que mais me preocupa é por que a temperatura global não variou muito de 1940 a 1965. Nesse período, uma boa quantidade de CO₂ foi adicionada à atmosfera e, no entanto, não houve aumento de temperatura.

Qual a relação entre o efeito estufa e a camada de ozônio?

Se é verdade o que Jim Hansen, cientista da Nasa, constatou e divulgou recentemente em um artigo sobre a camada de ozônio, a relação é surpreendente e preocupante. Segundo ele, a camada de ozônio vai cicatrizar quando não se usar mais os CFCs.



É consenso que os oceanos retardam o efeito estufa, mas não tenho certeza de que os cálculos para determinar o atraso estejam corretos. Acho que há uma grande margem de erro

Atualmente o buraco da camada de ozônio parece atrasar o efeito estufa. Quando ela cicatrizar, o efeito estufa vai disparar, seguindo uma curva semelhante às que já foram previstas, com um aumento de temperatura mais íngreme.

Fala-se de uma 'grande incógnita' no modelo climático. Para o senhor, qual seria ela?

O meu candidato é o oceano. Acho que seu estudo trará muitos esclarecimentos sobre as mudanças globais. Gostaria de lembrar que quando fui trabalhar no Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas (NCAR), em Boulder (Colorado/Estados Unidos), em 1974, os oceanógrafos estavam voltando de uma viagem de pesquisa e comentavam que não conheciam a origem de 99% da energia cinética dos oceanos até tomarem parte nesse programa. Eles pensavam que toda a energia era proveniente das fortes correntes que viajam através das bacias oceânicas, mas não era verdade. Acontece que 99% da energia dos oceanos vêm de redemoinhos. Por isso, ainda é difícil, para mim, acreditar que os oceanógrafos conhecem bem os oceanos quando há 25 anos não sabiam desse fato. Eu continuo achando que os modelos dos oceanos não são perfeitos. Acho, ao contrário, que esse é o lugar onde falta conhecimento, principalmente no que se refere a quanto os oceanos estão retardando o efeito estufa. É consenso que eles retardam o efeito estufa, mas não tenho certeza de que os cálculos para determinar o atraso estejam corretos. Acho que há uma grande margem de erro. Há dois lugares no

mundo onde os oceanos apresentam uma espécie de correnteza para o fundo. Um deles é no Atlântico Norte e o outro, perto da Antártida. Nesses pontos, a superfície da água torna-se tão densa que simplesmente afunda, levando junto o calor. Eu não creio que saibamos quanto calor está escondido no oceano profundo, mas naturalmente é esse calor que atrasa o efeito estufa na atmosfera. A questão é que ele acabará por sair, ao longo dos próximos séculos. Por isso, o oceano é meu candidato para a 'grande incógnita' do efeito estufa.

Existe relação entre as florestas tropicais e o efeito estufa?

Existe. As evidências mostram que as florestas tropicais são fontes de carbono. Se falamos de flores-

tas normais – que não estão sendo destruídas –, observamos que as das latitudes da Suécia, por exemplo, estão crescendo e são sumidouros de carbono. Mas, indo para o Sul, as florestas normais vão se tornando fontes de carbono.

Alguns cientistas brasileiros fizeram experiências e eles argumentam que as florestas tropicais são sumidouros de carbono. Como o senhor explica isso?

É bom ter resultados de experiências, senão acabaremos discutindo sempre. Recentemente, em Costa Rica, foram feitos experimentos em uma área delimitada da floresta durante 10 anos. Os resultados foram interessantes. Observou-se que a taxa de crescimento da floresta, que muda ano a ano, estava relacionada com a elevação da temperatura noturna. Se isso for verdade, qual será então o impacto do efeito estufa? Ao contrário do que se imagina, o efeito estufa não torna os verões mais quentes e sim os invernos e as noites. Embora os modelos não captem isso, um estudo anterior à experiência de Costa Rica mostrou que as temperaturas mínimas aumentam três vezes mais rapidamente que as máximas. Então, o aquecimento noturno fará com que a taxa de crescimento da floresta tropical diminua e, conseqüentemente, seja armazenado menos carbono.

Na sua opinião, quais as perspectivas do Congresso norte-americano ratificar este ano o Protocolo de Kioto, que obriga os países industrializados a reduzir a emissão de poluentes até o ano 2000?

Isto é fora do meu território científico, mas acredito que de alguma maneira será ratificado. As evidências são muito fortes como eram para o ozônio, só que o governo norte-americano precisa ficar preocupado para tomar uma decisão. O buraco da camada de ozônio fez as pessoas entenderem, de uma maneira antes nunca vista, que a humanidade é capaz de provocar danos significativos ao planeta, como abrir um buraco do tamanho dos Estados Unidos na capa protetora da Terra. Isso provocou um grande impacto. No caso do efeito estufa, as pessoas ainda estão esperando o 'revólver fumegante'. O problema é que se esperarem demais será tarde. Tenho lido sobre isso e pessoalmente sempre fui um admirador da energia renovável e fiquei muito desapontado quando as pesquisas sobre energia renovável foram praticamente extintas durante a gestão Ronald Reagan. Por causa de suas concepções, perdemos uns 10 anos e está na hora de retomar isso. Também foi com tristeza que soube da interrupção do programa do álcool aqui no Brasil. Isso foi motivado pelo petróleo barato. Só que a quantidade de petróleo existente na Terra vai acabar. De acordo com as últimas estimativas, já usamos um terço das reservas que podem ser exploradas. Depois disso temos ainda uns 500 anos de carvão para queimar, que também vai acabar, e aí voltamos à Idade da Pedra. Então eu penso se não seria o caso de estudarmos energias renováveis, en-

quanto ainda temos combustível fóssil. Acreditem ou não eu sou a favor da energia nuclear. Acho que devemos seriamente procurar novas fontes de energia de maneira que a humanidade tenha futuro, porque agora não há. Volto a repetir: estamos queimando tudo o que temos e retornando à Idade da Pedra.

O senhor se diz a favor da energia nuclear.

Ela não é perigosa?

Sim, é perigosa, mas eu creio que é uma aprendizagem. Ir ao espaço também era perigoso. Quando a Challenger explodiu, as pessoas correram exclamando que não sabiam que ir ao espaço era perigoso. A energia nuclear é perigosa até aprendermos como controlá-la. Agora sabemos melhor como ir ao espaço, tomamos mais cuidado e teremos menos acidentes. O mesmo acontecerá com a energia nuclear.

E quanto ao lixo nuclear?

O primeiro passo seria entender melhor o funcionamento das placas tectônicas para saber onde enterrar os detritos. Não queremos enterrá-los onde as placas são geologicamente ativas, isto é, as que estão em movimento. Devemos primeiro compreender como elas se mexem e constatar se elas são geologicamente estáveis. Portanto deve-se procurar lugares muito antigos.



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 Coroado Sales, 54, Conj. Petro Coroado III. CEP 69083-120, Manaus/AM. Tel.: (092)644-2802. sbpc@fua.br / vandick@cr-am.rnp.br – **Bahia** (Caio Mário Castro de Castilho). Rua Cristiano 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 1/1p. 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 Sperb 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.ufrpr.br – **Rio de Janeiro** (Aduino José Gonçalves de Araújo). R. Leopoldo Bulhões, 1.480, 3º andar, Manguinhos. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel.: (021)590-3789 r. 2087. adauto@ensp.fiocruz.br – **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Souza Moreira). Caixa Postal 1511. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel.: (084) 215-3409. Imoreira@cb.ufrn.br – **Rio Grande do Sul** (Carlos Alexandre Neto). UFRGS - Bioquímica, Campus Universitário. CEP 90046-900, Porto Alegre/RS. Tel.: (051)316-5577. alexneto@vortex.ufrgs.br – **Rondônia** (Célio José Borges). R. Pe. Agostinho, casa 13, Quadra 20, Conj. Santo Antônio. 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. barbieri@ufpel.tche.br – **Rio Grande** (Sírio Lopez Velasco). Av. Tramandaí, 2.468, Cassino. CEP 96207-330, Rio Grande/RS. Tel.: (0532)30-1400. dercsirio@super.furg.br – **Santa Maria** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86/601, fundos. CEP 88015-300, Santa Maria/RS. Tel.: (055)220-8737. eduterra@ce.ufsm.br – **Santos** (Cláudio Rocha Brito). R. Dr. Epitácio Pessoa, 248/33. CEP 11045-300, Santos/SP. Tel.: (013)250-5555 r. 808. cdrbrito@unisantos.com.br

A promiscuidade dos *introns*

A constatação de que os mesmos *introns* — seqüências de bases nitrogenadas que se intercalam entre os genes — estão presentes em diferentes espécies e gêneros de vegetais, segundo estudos publicados em *Proceedings of National Academy of Sciences* (v. 95, p. 14.003, e v. 95, p. 14.244), revelou a grande freqüência das trocas de material genético na natureza. A descoberta trouxe preocupações, em especial quanto à possível interação entre plantas transgênicas e outros vegetais.

Introns' ou 'seqüências intervinientes' (*intervening sequences*) são seqüências de bases nitrogenadas presentes no DNA, mas não no RNA mensageiro (mRNA). As bases nitrogenadas são os 'elos' da longa cadeia do ácido desoxirribonucléico (DNA), molécula que contém o código genético, e o mRNA é o produto da transcrição do DNA. Descobertos há 20 anos, os *introns* aparecem intercalados com seqüências codificadoras (*exons*) na grande maioria dos genes dos seres eucariotos (os que têm células com núcleos definidos). A remoção dos *introns* é feita por enzimas, durante a transcrição do DNA, antes que o pré-mRNA saia do núcleo celular.

Embora tenham características similares, os *introns* são muito diversos quanto ao tamanho, processamento e funções. Certos

introns, principalmente os do chamado grupo I, comuns em genomas de organelas celulares (como a mitocôndria) e em alguns genes do núcleo, têm características especiais. Eles próprios realizam sua remoção do pré-mRNA (autocatálise) e ligam os *exons*, fenômeno denominado *self-splicing*.

Alguns *introns* desse grupo são elementos móveis (transposons), capazes de se transferir em cruzamentos genéticos para alelos que não os continham, pelo processo denominado *homing*, iniciado com o corte do DNA por uma endonuclease, enzima codificada pelo próprio *intron*. Outros *introns* do grupo I codificam outras enzimas que atuam no processo, como as maturases. São poucos os casos conhecidos em que um mesmo produto desses *introns* realiza as funções de endonuclease e de maturase.

Já são conhecidos casos de transferência de *introns* do grupo I dentro da mesma espécie (transferência vertical). Nesse caso, um *intron* passa de um alelo para outro que não o continha. Também foi constatado que *introns* desse grupo presentes no genoma das mitocôndrias podem passar de uma espécie para outra (transferência horizontal, ou lateral), mas dentro do mesmo filo.

A transferência lateral, entre organismos que não se acasalam sexualmente, foi objeto de profundo estudo de Yangrae Cho e colaboradores, publicado em novembro do ano passado. O estudo envolveu um *intron* do grupo I do genoma mitocondrial de plantas vasculares, bastante conhecido e localizado no gene *cox1* de *Peperomia polybotrya*, que teria sido adquirido de um fungo por transferência lateral. Analisando o DNA

de 335 plantas de diferentes gêneros, os autores verificaram que esse *intron* está amplamente disseminado nos genes *cox1* das angiospermas (plantas que produzem flores).

O *intron* estudado está presente em 48 gêneros diferentes, a partir de 32 eventos independentes de transferência lateral. A conclusão sobre as transferências baseia-se em três pontos principais: a presença constante do gene *cox1* e esporádica do *intron*, a incongruência entre as filogenias (histórias evolucionárias) das espécies e dos *introns* e as variações na co-conversão (substituição de seqüências de DNA do receptor, próximas ao local de inserção do *intron*, por seqüências do DNA 'invasor', o que deixa um 'rastros' detectável).

O primeiro ponto indica que o gene *cox1* se disseminou com alta freqüência e manteve-se nas espécies que o receberam, enquanto o *intron* foi perdido na maioria dos casos. O segundo revela que a transferência independe do grau de parentesco entre as diferentes plantas. E o último, a divergência genética das regiões próximas ao ponto de inserção do *intron* (não sendo precisa, a co-conversão torna essas regiões diferentes mesmo em espécies aparentadas), demonstra que a transferência se dá via recombinação/reparo (já que houve destruição de algumas bases e síntese de outras com base no DNA 'invasor') e é catalisada por uma endonuclease. Esse processo, conhecido como *homing*, é exatamente o que esse tipo de *intron* promove.

Segundo o bioquímico Michael Gray, da Universidade Dalhousie (Canadá), esses resultados geram várias preocupações. Entre as dúvidas principais estão a causa da extraordinária invasão desse *intron*, os passos do processo de transferência em nível celular e o caminho evolutivo da dispersão do *intron* do grupo I do

gene *cox1* entre as angiospermas.

Entre as implicações, a mais importante está ligada à freqüência com que o DNA é transferido de uma espécie a outra. A transmissão planta a planta requer acasalamento sexual ou a ajuda de vetores (vírus, bactérias, insetos e outros). A questão é bastante atual, já que muitas plantas transgênicas estão sendo liberadas para cultivo. Trabalhos recentes demonstraram aumento da fecundação cruzada na planta *Arabidopsis thaliana* com a transgenia. Também importante foi a constatação, por técnicos da Secretaria da Agricultura dos Estados Unidos, da transferência horizontal de um gene de resistência a um herbicida, que passou de uma planta de trigo transgênica para outra gramínea, *Aegilops cylindrica*, de ocorrência comum nessa cultura.

O trabalho de Cho e colegas demonstra claramente que a transferência horizontal ocorre e é mais freqüente do que se imagina. Isso torna imperativo estudar o fluxo gênico entre plantas transgênicas e espécies afins, antes de sua liberação para cultivo, para testar a possibilidade de uma irradiação de genes, que podem ser desejáveis em uma espécie mas completamente indesejáveis em outras. A chance de transferência cresce com o aumento do cultivo dessas plantas, principalmente no sistema de monocultura – quando um mesmo gene poderá estar presente em milhões de plantas, elevando o risco da transferência horizontal.

Rubens Onofre Nodari

Departamento de Fitotecnia,
Universidade Federal
de Santa Catarina

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

UM CÉREBRO ARTIFICIAL PARECIDO COM O NOSSO

Um laboratório da Genobyte, indústria privada da cidade de Boulder, no estado de Colorado (Estados Unidos), está desenvolvendo um modelo de cérebro que terá cerca de 40 milhões de 'neurônios' artificiais, bem mais do que as poucas centenas com as quais os especialistas em inteligência artificial têm trabalhado. O principal idealizador do projeto é Hugo de Garis, da firma japonesa Advanced Telecommunications Research, que chamou o cérebro de 'máquina de células autônomas'. Ao contrário dos *chips* convencionais, os circuitos usados podem ser reprogramados através de alterações nas conexões entre seus transistores. A programação do cérebro artificial será feita simulando a evolução biológica, usando-se mutações ao acaso durante várias 'gerações'. Os pesquisadores pretendem ligar o cérebro artificial a um gato robô, batizado de Robokoneko. Não se pode prever como Robokoneko irá funcionar, mas eles esperam que, pela primeira vez, um robô reaja a estímulos de seu ambiente como fazem os animais.

New Scientist, 9/1/99

O cérebro artificial

- 32.768 módulos neurais
- 1.152 'neurônios' por módulo
- 37,7 milhões de 'neurônios' no total
- Cada módulo liga-se a outros por 180 axônios
- Cada axônio pode ramificar-se em outros



MEDICINA

OS BENEFÍCIOS DO CHÁ VERDE

Há tempos os nutricionistas tentam mostrar os benefícios do chá verde para a prevenção do câncer. Estudos já apontavam menor índice de câncer entre as pessoas que bebem o chá, mas a forma como a bebida atua continuava em aberto. Agora, pesquisadores da Universidade Purdue, em West Lafayette (Estados Unidos), acreditam ter achado a resposta para essa questão, pelo menos em parte. O chá verde contém um potente antioxidante chamado epigallocatequina galato, ou EGCg. O bioquímico D. James Morré e sua equipe descobriram que essa substância interrompe a produção da quinol-oxidase, enzima necessária para a divisão das células cancerosas. O chá verde impediria o desenvolvimento do câncer interrompendo o crescimento dos tumores.

Em tubos de ensaio, células que contêm EGCg não crescem o suficiente para se dividir e morrem, ao contrário das células cancerosas que vivem indefinidamente. O chá preto também contém EGCg, mas em concentrações muito menores que as do chá verde. Os dois são preparados a partir das folhas da mesma planta. Morré suspeita que a escassez de EGCg no chá preto explicaria por que a bebida é apenas um décimo a um centésimo menos potente que o chá verde para inibir a reação da quinol-oxidase em testes de laboratório. Os resultados do grupo de Morré foram apresentados em dezembro na reunião anual da Sociedade Americana de Biologia Celular.

Science News, 2/1/99

PALEONTOLOGIA

A DIETA BALANCEADA DOS HUMANOS PRIMITIVOS

A alimentação do *Australopithecus africanus* pode ter sido mais variada do que se pensava. Até hoje, acreditava-se que esses homínídeos que viveram há 3 milhões de anos viviam em áreas arborizadas, comendo frutas e plantas desse ambiente (árvores, arbustos e ervas), como os atuais chimpanzés. Estudos com isótopos de carbono do esmalte dos dentes dessa espécie, apresentada por Matt Sponheimer e Lee Thorpe, da Universidade da Cidade do Cabo, na África do Sul, mostraram que o *Australopithecus* ingeria também plantas típicas das savanas (capim e junco), indicando que eles se aventuravam para fora das florestas. Os pesquisadores especulam ainda que esses homínídeos incluíam em seu cardápio pequenos mamíferos que podiam ser pegos facilmente, sem qualquer utensílio.

Science, 15/1/99



TECNOLOGIA

O MENOR LABORATÓRIO DO MUNDO

Fazer uma análise sanguínea em um laboratório tão pequeno que cabe em um *chip* pode tornar-se possível no futuro. Estão sendo testados os chamados 'laboratórios sobre chips', pequenos *microchips* sobre os quais são esculpidos canais e câmaras, onde podem ser feitas análises e sínteses químicas. Os laboratórios em miniatura, mais baratos e rápidos, têm uma característica única – a microfluidicidade – que permite analisar amostras complexas, como as do sangue humano ou de ambientes contaminados. Em janeiro, Bernard Weigl, da empresa Micronics, em Redmond, e P. Yager, da Universidade de Washington, nos Estados Unidos, mostraram como um componente de *chip*, o sensor T, pode usar microfluidos para separar, combinar e fazer reagir substâncias em amostras complexas. Os pesquisadores explicam que a microfluidicidade faz com que só as partículas mínimas de um fluido – no caso do sangue, íons de H+ e Na+ – atravessem os microcanais do *chip* por difusão, enquanto as moléculas maiores ficam retidas nas câmaras. À medida que as partículas se difundem pelos microcanais, é possível obter uma série de dados a partir das reações que ali se processam.

Science, 15/1/99

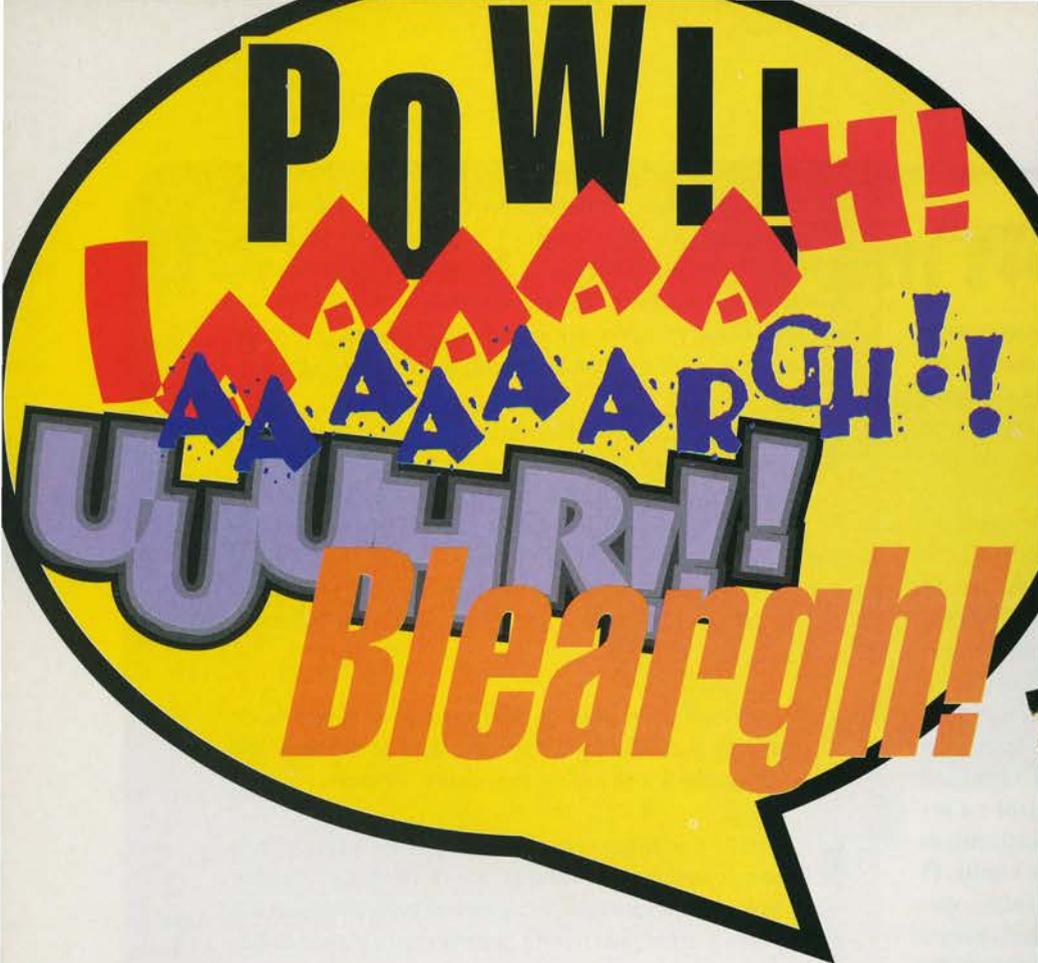
FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO

O SEGREDO DOS MAGROS

Quem vive em guerra com a balança tem um motivo a mais para invejar aqueles que são magros sem precisar fazer regime ou passar horas na academia. Depois de algumas investigações, cientistas da Clínica Mayo e da Fundação Mayo, no estado de Minessotta, nos Estados Unidos, concluíram que certas pessoas têm tendência a gastar mais energia apenas mantendo-se na postura correta, alongando-se ou fazendo pequenos gestos enquanto conversam ou vêem TV. De acordo com os pesquisadores, essas atividades, que denominaram de Atividade Termogênica sem Exercício (*Non-Exercise Activity Thermogenesis – NEAT*), seriam responsáveis pela queima de calorias em excesso. Eles agora pretendem estudar o que determina a diferença de energia gasta através da NEAT entre as pessoas.

Science, 7/1/99





Esse é o vocabulário do seu filho?

Ótimo! Então ele vai adorar os zuuummms dos cometas, brrrumms dos terremotos, os cabrrrumms dos raios, os craaashs da natureza, os fchhhiiiiissss da química e os arrráááás das descobertas.

Seu filho vai aprender, entender, assimilar e se divertir com a coleção Ciência Hoje na Escola. A coleção que o acompanhará durante todo o 1º grau, pois as publicações abrangem, não só ciências, como outras matérias: geografia, história, matemática, química etc., além de conhecimentos gerais e muitas experiências intrigantes.

Compre já a coleção Ciência Hoje na Escola para seu filho, ligando gratuitamente para a nossa Central de Atendimento: 0800-264846.

Para comprar com desconto,
ligue grátis: **0800 264846**
e informe o código **CE51**

**Ciência
HOJE**
na escola



CE51

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



A ciência está tão avançada e moderna que hoje você recebe o laboratório em casa



A única revista de divulgação científica para crianças em todo o mundo. Apresenta diversas matérias e brincadeiras que ensinam ciência de uma maneira muito divertida e educativa.



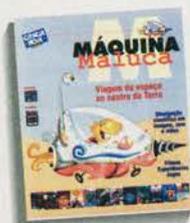
Troque uma idéia com ela

Ciência Hoje
na escola

Volumes especiais abordando diversos aspectos da ciência. Todos apresentam várias matérias e experiências para tornar a leitura ainda mais interessante e divertida. Ideal para o apoio à educação dos seus filhos.



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



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

MÁQUINA Maluca

As páginas deste completo laboratório de ciência trazem até você as maiores aventuras do conhecimento e as mais incríveis descobertas.

A Ciência Hoje é a melhor revista de divulgação científica do país. A única que conta com especialistas nas mais diversas áreas, sempre contribuindo com matérias inéditas, pesquisas e experiências intrigantes, numa linguagem acessível e dinâmica.

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

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



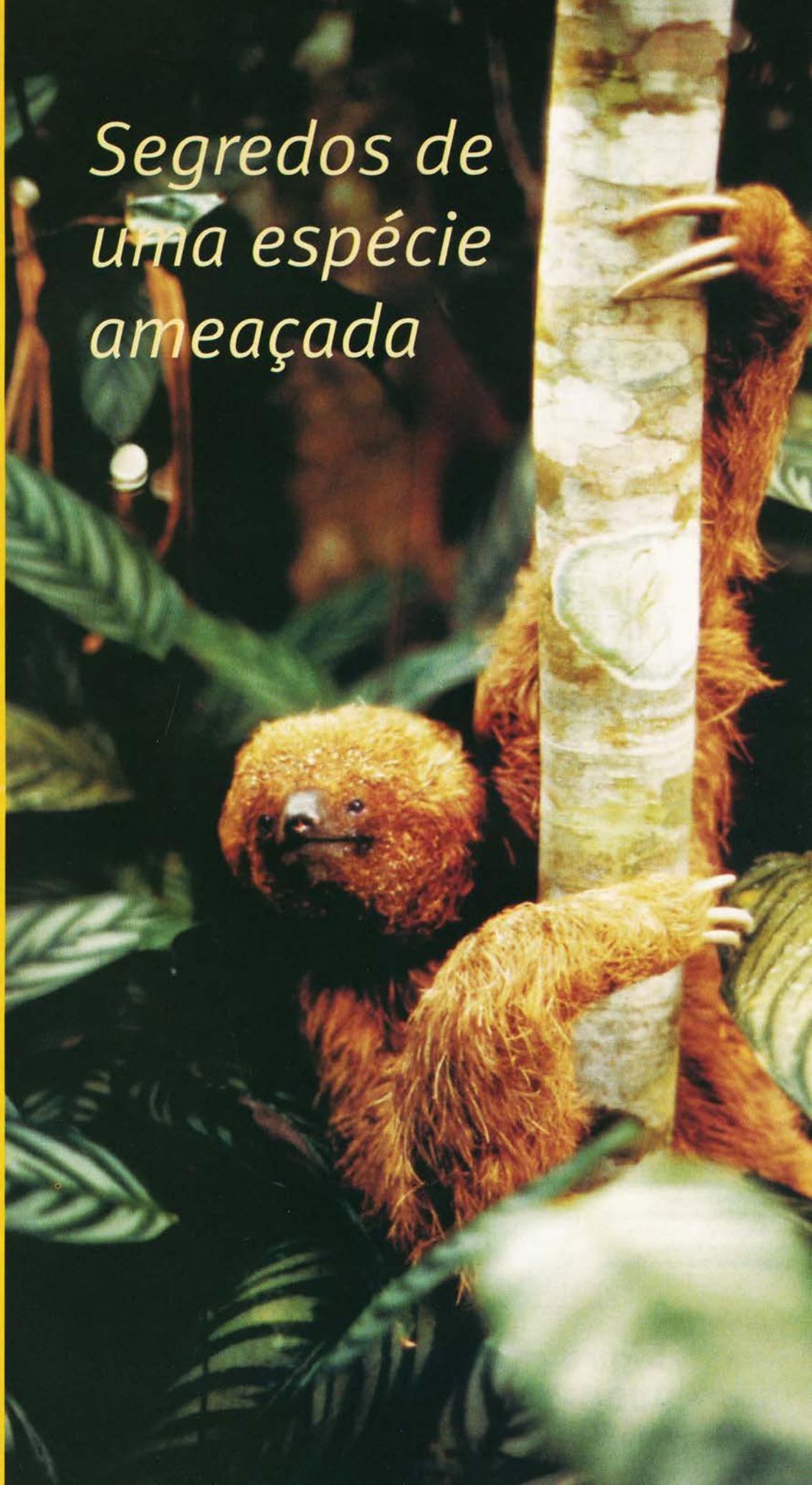
Ligue grátis:
0800-264846
e dê o código CH56



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

As lentas preguiças sempre atraíram a curiosidade popular, mas na verdade tais animais ainda são pouco estudados, por ser difícil encontrá-los nas florestas. Técnicas modernas, porém, vêm permitindo acompanhar o dia-a-dia desses 'parentes' dos tatus e tamanduás. Estudos feitos com a preguiça-de-coleira em uma área de Mata Atlântica do Espírito Santo obtiveram novas informações sobre os deslocamentos e a dieta desses mamíferos, ameaçados de extinção pela destruição de seu hábitat.

Segredos de uma espécie ameaçada



Adriano G. Chiarello
*Universidade de Cambridge
(Inglaterra) e Museu de Biologia
Professor Mello Leitão/ES*

PREGUIÇA-DE-COLEIRA

As preguiças são cercadas de muitos mistérios e lendas. Seus hábitos muito lentos e as cores de seus pêlos fazem com que desapareçam na folhagem das copas das árvores, e por isso poucos cientistas puderam realizar estudos detalhados para desvendar a história natural desses animais. Grandes naturalistas do passado, como o francês Georges Buffon (1707-1788), consideravam as preguiças criaturas inferiores, insensíveis, estúpidas e mal adaptadas. Em sua obra clássica, *Histoire naturelle*, Buffon chegou a dizer que elas são as únicas criaturas maltratadas pela natureza e estão entre os poucos animais que nos oferecem “uma imagem de miséria inata”.

Estudos recentes, no entanto, têm demonstrado que esses pontos de vista não correspondem à realidade. As preguiças são animais extremamente bem adaptados ao meio em que vivem, fato comprovado pelo registro fóssil: a ordem Edentata, à qual pertencem, junto com tatus e tamanduás, é uma das mais antigas entre os mamíferos que evoluíram no continente americano. Alguns fósseis de edentados datam do final do Paleoceno, há quase 60 milhões de anos.

No caso das preguiças, os primeiros fósseis (os



Figura 1. A preguiça-comum (*B. variegatus*), espécie mais comum no Brasil, tem pêlos pretos em torno dos olhos, formando uma máscara, o que a distingue da preguiça-de-coleira (*B. torquatus*)

grandes megaterídeos terrestres) têm 37 milhões de anos (entre o final do Eoceno e o início do Oligoceno). Se esses animais não fossem bem adaptados, não teriam durado tanto tempo. Assim, suas características mais marcantes, como o baixo nível de atividade e os movimentos vagarosos, devem ser entendidos como adaptações bem-sucedidas, resultantes das pressões seletivas sofridas ao longo de milhões de anos.

As preguiças estão entre os edentados de menor metabolismo e por isso têm um nível de atividade reduzido ao extremo. É difícil saber se essa atividade mínima resulta da pequena quantidade de energia que obtêm em seu alimento, principalmente folhas de árvores e cipós, ou se o baixo metabolismo favoreceu a evolução de uma dieta pobre em calorias. Já que todo edentado tem baixas taxas metabólicas – requer menos alimento e oxigênio, em relação a seu peso, que outros mamíferos de porte semelhante –, é mais provável que o consumo de alimentos pobres em energia seja uma adaptação possibilitada por esse metabolismo reduzido.

Das cinco espécies de preguiças encontradas no Brasil, três são do gênero *Bradypus* (*B. torquatus*, *B. variegatus* e *B. tridactylus*) e duas do gênero *Choloepus* (*C. didactylus* e *C. hoffmanni*). As diferenças entre os gêneros incluem características anatômicas e comportamentais, mas a mais marcante é o número

de dedos (unhas) dos membros dianteiros: três em *Bradypus* e duas em *Choloepus*. Duas espécies vivem na Mata Atlântica: a preguiça-comum (*B. variegatus*), que habita também a Amazônia e boa parte do território nacional, e a preguiça-de-coleira (*B. torquatus*), mais rara e ameaçada de extinção por causa do desmatamento.

A preguiça-de-coleira é encontrada no trecho de Mata Atlântica que vai do sul de Sergipe ao norte do Rio de Janeiro, mas suas maiores populações ocorrem em matas do sul da Bahia. Embora a preguiça comum e a preguiça-de-coleira sejam simpátricas (habitem a mesma área geográfica) em alguns trechos da Mata Atlântica, a ocorrência sintópica (compartilhando o mesmo hábitat, na mesma área geográfica) ainda não foi comprovada.

A preguiça-comum tem pêlos mais escuros em volta dos olhos, formando uma máscara (figura 1), e os machos da espécie exibem, no meio das costas, uma mancha arredondada de cor alaranjada. Já os machos e fêmeas de preguiça-de-coleira são idênticos – para identificar os sexos é preciso fazer a contagem do número de cromossomos. A característica mais marcante dessa espécie é a juba preta, com pêlos longos e brilhantes, que aparece nos animais adultos (figura 2).

Sinais de rádio permitiram observar as preguiças

Observar preguiças na natureza é difícil, pois elas passam a maior parte da vida escondidas no denso emaranhado das copas. Mesmo quando se movem, o fazem em silêncio, com movimentos lentos e medidos, e nunca saltam entre os galhos ou copas. Ao contrário dos macacos, as preguiças são solitárias, exceto durante o acasalamento e a amamentação do filhote (figura 3). Além disso, o pêlo longo e denso de várias espécies abriga uma espécie de alga que, na estação chuvosa, dá ao animal uma cor esverdeada, que o oculta ainda mais no interior da vegetação.

O estudo desses animais, no entanto, vem sendo facilitado pela radiotelemetria: alguns indivíduos recebem 'coleiras' especiais (figura 4) contendo radiotransmissores e são devolvidos à mata, onde podem ser rastreados e localizados. Essa técnica permitiu acompanhar ao longo de 14 meses as atividades

de três preguiças-de-coleira na Estação Biológica de Santa Lúcia, reserva de Mata Atlântica da região montanhosa do Espírito Santo (figura 5), no município de Santa Teresa, administrada pelo Museu de Biologia Mello Leitão. Os animais foram monitorados através dos sinais transmitidos pelos rádios, registrando-se sua posição e seus deslocamentos em mapas e quantificando-se sua dieta e seu comportamento.

Foi observado que cada animal ocupa uma área de mata de cerca de 1 ha (100 m por 100 m), o que é muito pouco para um mamífero arborícola com até 7 kg de peso corporal. Além de se deslocarem em uma área restrita, as preguiças estudadas andaram em média cerca de 24 m a cada 24 horas, e moveram-se tanto de dia quanto à noite, o que é comum nas preguiças do gênero *Bradypus* – as do gênero *Choloepus* são estritamente noturnas. Constatou-se, porém, que as preguiças-de-coleira preferem mover-se de dia, pois em média percorrem 17 m de dia e apenas 5 m à noite, uma diferença significativa – a soma,



Figura 2. A preguiça-de-coleira (*B. torquatus*) só ocorre em alguns trechos da Mata Atlântica e pode ser reconhecida pela juba ou coleira preta, que aumenta de tamanho com a idade



nesse caso, atinge 22 m porque esses dados foram registrados em um período diferente do que deu origem à média citada antes.

Como são poucos os estudos detalhados comparando a movimentação diurna e noturna desses animais, não se sabe ainda se os resultados obtidos na pesquisa valem também para as outras duas espécies de *Bradypus*. É possível que todas as preguiças do gênero sejam predominantemente diurnas, mas é mais provável que as preguiças-de-coleira que habitam as montanhas do Espírito Santo sejam mais diurnas que noturnas em função da baixa temperatura ambiente típica dessa região.

A reserva de Santa Lúcia situa-se em região de topografia acidentada, com altitudes que variam de 600 m a mais de 900 m. A temperatura do ar é, em média, 10 graus mais baixa que nas áreas de Mata Atlântica com altitudes mais moderadas, nas matas da Amazônia ou nas da América Central, onde até o momento foram realizados outros estudos com preguiças. Por causa do baixo metabolismo e do controle pouco eficiente da temperatura corporal (que pode variar 10 ou mais graus centígrados nas 24 horas do dia), as preguiças parecem ser bastante afetadas pelo frio. Assim, para evitar gastar energia (necessária para manter a temperatura do corpo), as preguiças-de-coleira seriam mais ativas durante as horas quentes do dia e mais inativas à noite, quando a temperatura ambiente cai muito (figura 6).

Os dados obtidos em Santa Lúcia confirmam essa hipótese: os deslocamentos noturnos das preguiças foram mais comuns nas noites do verão do que nas noites frias do inverno. Além disso, as pregui-

Figura 3. Uma das preguiças estudadas era uma fêmea com filhote – este ficou com a mãe até os oito meses de idade e depois iniciou sua vida solitária, como é normal entre as preguiças

Figura 4. Coleiras com radiotransmissores foram colocadas nas preguiças, liberadas em seguida na mata, permitindo que fossem localizadas regularmente pela equipe de pesquisadores

Figura 5. Na reserva de Santa Lúcia, situada na região montanhosa do Espírito Santo, as baixas temperaturas são muito comuns no inverno

ças se alimentaram mais nos meses de inverno que nos meses de verão, sem aumentar de maneira significativa o nível de atividade. Isso demonstra que as necessidades calóricas desses animais aumentam nos meses mais frios do ano.

Cada indivíduo tem seu próprio horário

Outro aspecto interessante revelado pelo estudo foi o de que as preguiças-de-coleira tendem a seguir um ritmo de 24 horas (ritmo circadiano) em suas atividades. Mais uma vez, dada a carência de estudos específicos com outras espécies, não se sabe se isso acontece com todas as espécies do gênero *Bradypus* ou se o ritmo circadiano é outra particularidade das preguiças-de-coleira.

Autores de estudos pioneiros como os zoólogos norte-americanos M. Sunquist e G. Montgomery sugeriram nos anos 70 que a preguiça-comum (*B. variegatus*) não apresentava um ritmo definido de atividade, pois os animais por eles monitorados por sinais de rádio iniciavam suas atividades a qualquer hora do dia. Esse comportamento imprevisto é uma característica inegável do gênero, mas nenhum estudo ante-



rior havia quantificado com precisão, para os mesmos indivíduos e em dias consecutivos, o tempo decorrido entre o início das principais atividades, como alimentação e movimentação.

Esses dados foram obtidos para as preguiças-de-coleira de Santa Lúcia.

Ficou claro que, embora possam começar sua alimentação ou movimentação em qualquer hora do dia, o tempo decorrido entre o início dessas atividades em dias consecutivos é em média de cerca de 24 horas. Assim, se uma preguiça inicia o consumo de folhas às 9h30, no dia seguinte ela começará a se alimentar também por volta desse horário – e o mesmo ocorre com a movimentação. A variação observada foi em média de apenas meia hora (para mais ou para menos) e os três indivíduos monitorados repetiam os ciclos de alimentação e movimentação a cada 24 horas.



Embora o ciclo tenha sido idêntico, cada indivíduo seguiu um horário próprio. O padrão de atividade (o tempo que cada animal gasta para realizar suas atividades) foi quantificado ao longo de 66 dias de observação. Em 23 desses dias os observadores conseguiram monitorar simultaneamente duas preguiças do início ao fim do dia. Essa observação revelou as diferenças de horário entre os animais: quando um estava se alimentando, o segundo era visto repousando ou movendo-se. Talvez essa falta de sincronia tenha levado os primeiros pesquisadores a acreditar que as preguiças não seguem um ritmo ou um padrão cíclico de atividades, mas quando cada animal é analisado em separado percebe-se a existência, com maior ou menor precisão, de um ritmo circadiano.

Estômago adaptado à dieta de folhas

O estudo revelou que a dieta das preguiças-de-coleira não é muito diferente da descrita para as demais espécies do gênero: folhas de árvores e de cipós constituem mais de 99% da dieta anual média. Outros itens, como frutos e flores, são consumidos muito raramente e não chegam a 1% da dieta anual. Essa espécie, portanto, pode ser classificada como um folívoro por excelência, pois obtém das folhas a energia e os nutrientes necessários à sobrevivência. Isso é possível porque as preguiças têm estômagos volumosos, onde a massa de folhas é fermentada. Com isso, o principal componente estrutural das folhas, a celulose, é degradada pela ação de microorganismos, dando origem a compostos mais simples e de fácil absorção.

É interessante ressaltar que antigos naturalistas acreditavam que as folhas de embaúbas, nome dado a várias espécies de árvores do gênero *Cecropia*, eram o item predominante (ou mesmo exclusivo) na dieta das preguiças. No entanto, estudos mais detalhados, como o conduzido em Santa Lúcia e os recentes trabalhos do biólogo Helder Queiroz com as preguiças-comuns na Amazônia, vêm derrubando esse mito. As embaúbas estão entre as espécies procuradas pelas preguiças, mas de modo algum são consumidas de forma exclusiva.

Em Santa Lúcia, por exemplo, duas espécies de

Cecropia foram procuradas pelas preguiças-de-coleira, mas juntas não somaram 5% da dieta anual. A explicação mais provável para a aparente predileção por embaúbas parece estar na estrutura da árvore. As preguiças são vistas com mais facilidade quando estão em embaúbas, que têm a copa pequena e aberta, do que quando estão em outras espécies de árvores, em geral com copas mais fechadas e densas (figura 7).

Como grande parte dos folívoros arborícolas, as preguiças-de-coleira preferem folhas jovens e tenras, evitando as maduras, de baixa digestibilidade. Esses animais também escolhem em que plantas vão se alimentar. Na pesquisa na reserva de Santa Lúcia, de

Figura 6. As preguiças passam a maior parte do tempo dormindo ou em repouso, em geral sentadas em uma forquilha da copa das árvores mais altas



480 ha, os três animais monitorados só consumiram folhas de 21 espécies, sendo 16 árvores e cinco cipós (figura 8). Isso representa uma parcela muito pequena das espécies ali encontradas – estudo da botânica Luciana Thomaz em uma amostra de apenas 1 ha listou mais de 470 espécies de árvores. Tomando-se esse número como o total existente na reserva (embora a estimativa, muito conservadora, não reflita a realidade), as folhas consumidas pelas três preguiças estudadas durante mais de um ano vieram de pouco mais de 3% das espécies arbóreas disponíveis.



Uma seleção criteriosa das plantas

As plantas preferidas pelas preguiças não foram escolhidas de acordo com suas abundâncias na mata. Como observou Luciana Thomaz, a espécie mais consumida, uma árvore da família das sapotáceas (*Micropholis venulosa*), está longe de ser uma das mais abundantes na área, com densidade de apenas 12 indivíduos por hectare, enquanto a menos procurada, uma árvore da família das lauráceas (*Ocotea aciphylla*), é cerca de 10 vezes mais abundante, com densidade de 137 indivíduos por hectare.

Essa alta seletividade também foi observada para as famílias de plantas, pois três das 12 famílias consumidas representam mais de 50% da dieta anual. Na reserva de Santa Lúcia, a família das moráceas, que inclui várias espécies de figueiras, foi a mais importante na alimentação das preguiças, assim como já havia acontecido em estudos com esses animais na Amazônia e na América Central.

Mas por que preguiças que vivem em áreas tão distantes e diferentes mostram preferência por apenas uma família de plantas? Não se sabe ao certo, mas talvez essa predileção resulte simplesmente da grande variedade de moráceas, uma das famílias mais 'especiosas' da região neotropical. Também é possível que as plantas dessa família tenham folhas menos protegidas por substâncias tóxicas, como alcalóides e taninos, ou sejam de digestão mais fácil. Mas é mais provável que a preferência esteja ligada ao fato de essas árvores produzirem folhas novas de forma mais ou menos contínua ao longo do ano, enquanto em outras espécies isso ocorre em geral no início da primavera. Dessa forma, as moráceas oferecem um suprimento relativamente constante do principal item alimentar das preguiças.

Alta seletividade de dieta é um fenômeno relativamente comum entre os folívoros arborícolas, pois o comportamento alimentar desses animais depende da capacidade de cada espécie de neutralizar a toxicidade das substâncias presentes nos vegetais que consomem ou de tolerar os efeitos fisiológicos dos compostos secundários que as plantas produzem como proteção contra seus predadores. Restringindo o número de espécies consumidas, os folívoros favorecem a evolução de adaptações anatômicas e fisiológicas que os imunizam contra a atuação tóxica dessas substâncias.

Figura 7. É mais fácil ver as preguiças quando estão em embaúbas (*Cecropia*), pois nessas árvores a copa é menor e mais aberta do que em outras espécies da mata

ESPÉCIE	FAMÍLIA	%
<i>Micropholis venulosa</i>	Sapotaceae	16,43
<i>Mandevilla</i> sp. (cipó)	Apocynaceae	13,7
<i>Ficus</i> sp. 1	Moraceae	13,44
<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae	12,15
Apocynaceae sp. 1	Apocynaceae	6,32
<i>Ficus</i> sp. 2	Moraceae	6,07
<i>Trichilia</i> sp.	Meliaceae	4,37
<i>Cecropia hololeuca</i>	Cecropiaceae	4,24
<i>Cúpania furfuracea</i>	Sapindaceae	4,17
<i>Pourouma</i> sp.	Moraceae	3,73
Lauraceae sp. 1	Lauraceae	1,91
<i>Paullinia trigonia</i> (cipó)	Sapindaceae	1,22
<i>Spirotheca passifloroides</i>	Bombacaceae	1,19
Apocynaceae sp. 2 (cipó)	Apocynaceae	0,48
<i>Ruplextia</i> sp.	Polygonaceae	0,42
<i>Norantea brasiliensis</i> (cipó)	Marcgraviaceae	0,1
Lauraceae sp. 2	Lauraceae	0,08
<i>Serjania</i> sp. (cipó)	Sapindaceae	0,08
<i>Cecropia glaziouii</i>	Cecropiaceae	0,04
<i>Kielmeyera</i> sp.	Gutiferae	0,02
<i>Ocotea aciphylla</i>	Lauraceae	0,02
Não identificada		0,85

Figura 8. A dieta das preguiças-de-coleira inclui, na reserva de Santa Lúcia, diferentes espécies de árvores e cipós – na tabela, é indicado o percentual de cada espécie no total de itens alimentares procurados

Nas espécies de preguiças do gênero *Bradypus*, porém, a dieta baseada em um número muito restrito de espécies vegetais só é possível graças à combinação de dois fatores principais: a baixa taxa metabólica e a lenta taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo. Estudos com preguiças selvagens e em cativeiro têm demonstrado que entre a ingestão e a defecação transcorrem cerca de 150 horas. Para se ter uma idéia da lentidão do processo, basta comparar essa taxa de passagem com a de outro folívoro arborícola de peso semelhante: no macaco bugio (gênero *Alouatta*), o alimento demora cerca de 20 horas para percorrer todo o trato digestivo. As baixas taxas metabólicas permitem que as preguiças sobrevivam com uma quantidade mínima de energia, e a lenta taxa de passagem possibilita a digestão de uma dieta rica em fibras e ao mesmo tempo contribui para a degradação dos compostos secundários.

Destrução do hábitat ameaça a espécie

Os estudos realizados em Santa Lúcia ajudaram a compreender um pouco mais os detalhes da história natural dessa espécie. A preguiça-de-coleira, no entanto, ainda é pouco estudada. Pesquisas adicionais em outros locais são necessárias para checar as diferenças entre essa espécie e as demais preguiças do gênero. Infelizmente, o processo de destruição e fragmentação de seu hábitat, a Mata Atlântica, faz com que a espécie fique cada vez mais ameaçada de extinção.

Embora a preguiça-de-coleira ainda seja encontrada em uma área relativamente grande entre o sul da Bahia e o norte do Rio de Janeiro, as populações restantes, em sua maioria, vivem isoladas umas das outras e são compostas por poucos indivíduos, o que torna muito delicada a sobrevivência da espécie a longo prazo.

Sugestões para leitura

- SUNQUIST, M. & MONTGOMERY, G. 'Activity patterns and rates of movement of two-toed and three-toed sloths (*Choloepus hoffmanni* and *Bradypus infuscatus*)', in *Journal of Mammalogy*, v. 54, pp. 946-954, 1973.
- MONTGOMERY, G. & SUNQUIST, M. 'Impact of sloths on Neotropical forest energy flow and nutrient cycling', in Golley & Medina (eds.), *Tropical Ecology Systems, Trends in Terrestrial and Aquatic Research*, Springer-Verlag, Berlim, 1975.
- QUEIROZ, H. L. *Preguiças e guaribas: os mamíferos folívoros arborícolas do Mamirauá*, CNPq e Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, 1995.
- CHIARELLO, A. G. 'Diet of the atlantic forest maned sloth, *Bradypus torquatus* (Xenarthra: Bradypodidae)', in *Journal of Zoology*, v. 246(1) pp. 11-19.
- CHIARELLO, A. G. 'Activity budgets and ranging patterns of the atlantic forest maned sloth, *Bradypus torquatus* (Xenarthra: Bradypodidae)', in *Journal of Zoology*, v. 246(1), pp. 1-10.

Apesar das aparências, as plantas não aceitam de modo passivo as agressões que sofrem de vírus, bactérias, insetos e demais organismos ou de agentes não-biológicos como radiação, temperaturas extremas, poluição e outros. Para sobreviver, durante sua evolução, elas desenvolveram mecanismos de resposta a danos e doenças, acionados assim que reconhecem a agressão. Saber como os vegetais se protegem é essencial para obter, através da bioengenharia, variedades agrícolas mais resistentes, o que pode aumentar a produção e a qualidade dos alimentos. Por isso, grupos de pesquisa de todo o mundo buscam definir o papel de cada substância participante dos processos bioquímicos de defesa das plantas. Este artigo apresenta os resultados mais recentes dessa busca.

Márcia Margis-Pinheiro, Mariana Sandroni, Marie Lummerzheim e Dulce E. de Oliveira
Laboratório de Genética Molecular Vegetal, Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro

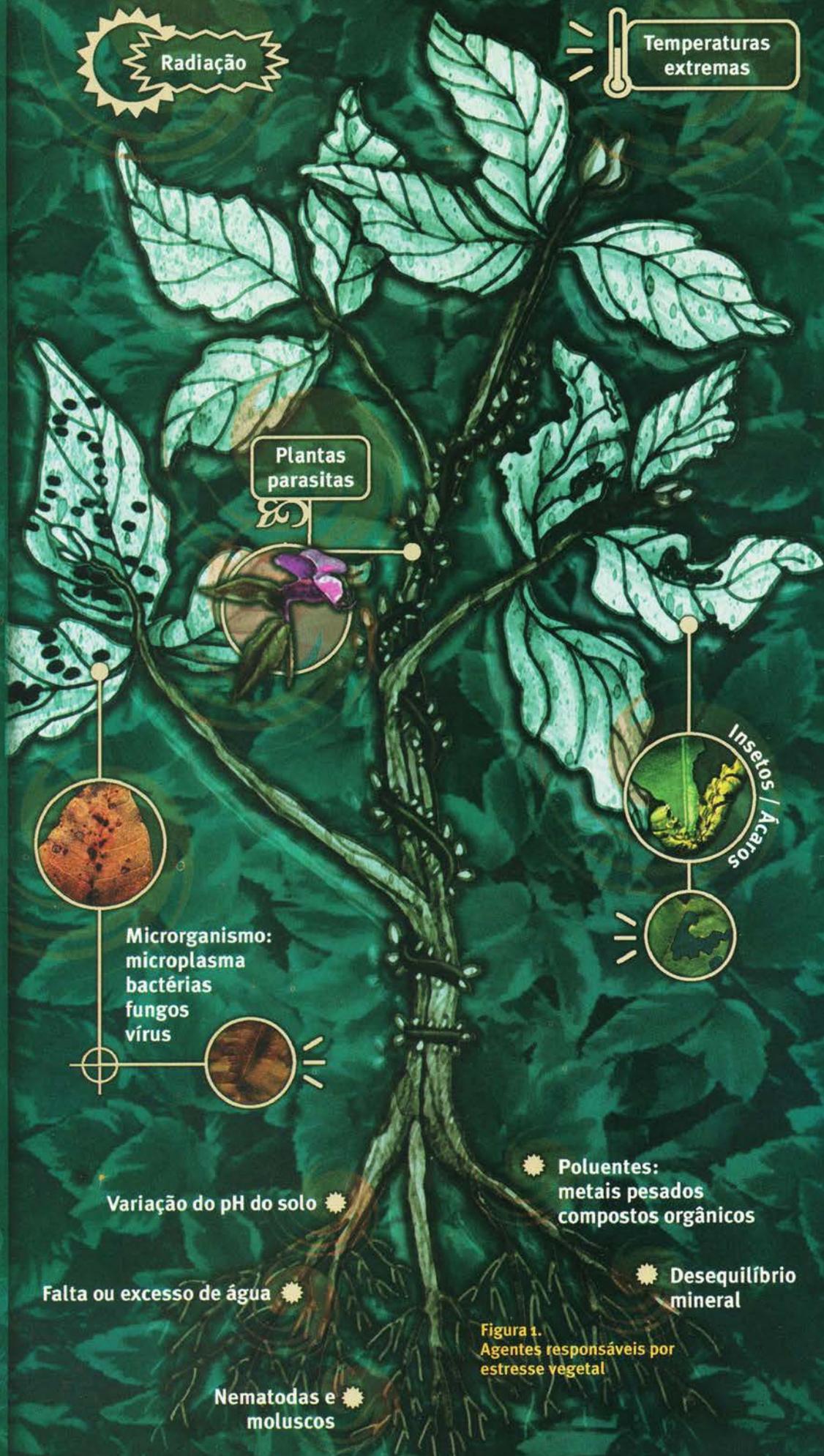


Figura 1. Agentes responsáveis por estresse vegetal

A defesa das plantas contra as doenças

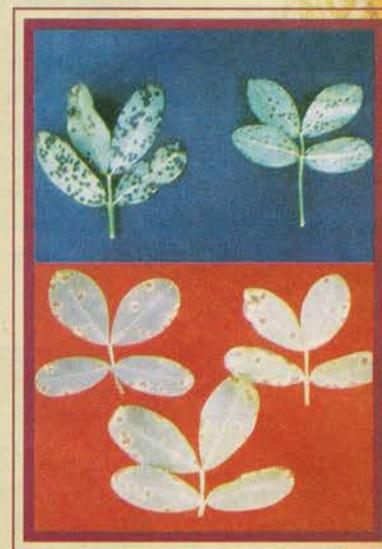
Os variados seres hoje existentes resultam do processo evolutivo ocorrido na Terra desde o surgimento da vida. A teoria da evolução pela seleção natural diz que a mutação dos organismos é aleatória, e que mutantes inadaptados às condições ambientais tendem a ser extintos. A sobrevivência dos seres vivos depende, portanto, de sua habilidade para se adaptar ao estresse, que atua como pressão seletiva. Assim, as várias estratégias de sobrevivência selecionadas permitiram o aparecimento de diferentes formas de vida.

Como os animais, os vegetais sofrem constantes agressões por agentes bióticos e abióticos (figura 1). Vírus, bactérias, fungos, insetos e outros organismos podem causar doenças, cada um por um mecanismo próprio, ou danos físicos. Em geral, agentes não-biológicos como radiação ultravioleta, temperatura, umidade e outros danificam os tecidos. Hoje, as plantas são cada vez mais agredidas por fatores não-naturais, decorrentes do aumento da poluição do ar, do solo e da água: produtos tóxicos presentes em rejeitos industriais e domésticos alteram o ambiente, gerando fenômenos locais, como chuvas ácidas, e até globais, como o efeito estufa (aumento gradual da temperatura atmosférica).

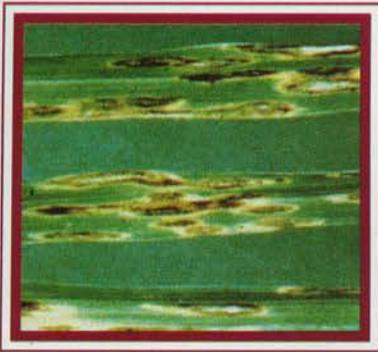
Apesar da aparente passividade, associada ao caráter sedentário, as plantas percebem as agres-

sões, e sua alta capacidade de adaptação permite que sobrevivam com frequência, mesmo tendo muitas vezes seu desenvolvimento prejudicado. Os efeitos são mais graves sobre as espécies de interesse agrícola, muito vulneráveis porque, em geral, são usadas em monoculturas geneticamente uniformes. Quando uma doença atinge essas espécies, as perdas podem ser severas.

Adaptação e resistência traduzem-se por profundas alterações no metabolismo da célula vegetal, entre elas a síntese de proteínas de defesa, expressas por genes específicos, ativados através de mecanismos complexos. Tais proteínas exercem vários papéis na resistência e sobrevivência da planta, de forma direta (combatendo o agente agressor) ou indireta (mantendo a estrutura e as funções celulares). Os mecanismos de resposta e as substâncias envolvidas nos processos de defesa vêm sendo bastante pesquisados, em especial nas últimas décadas, mas ainda existem muitas dúvidas.



EXIBIDO NO LABORATÓRIO DE DOENÇAS DE PLANTAS, CENTRO DE AGRICULTURA DA UFPA



Os sistemas de defesa vegetal

O elaborado sistema de defesa e adaptação das plantas pode atuar de três formas. A primeira, a resistência constitutiva, ocorre mesmo sem a ação de agentes agressores: recebida por herança dos ancestrais, ela torna as plantas imunes (ou não-hospedeiras) à maioria dos patógenos. As outras

formas são a resistência localizada, ativada no ponto onde ocorre a agressão, e a resistência sistêmica adquirida, que protege a planta contra ataques subsequentes. Este trabalho examina as duas últimas, induzidas por patógenos.

Os mecanismos de resistência são ativados perto da área infectada para tentar prevenir a difusão do patógeno ou deter a contínua predação por insetos. A velocidade com que a planta reconhece a presença do agressor determina o tempo de resposta à invasão, desencadeando uma ou mais reações de defesa. Se a resposta é mais rápida do que o processo de infecção, a planta pode conter o agente (resistência). A interação entre um patógeno e um vegetal é dita 'compatível' quando leva à doença, mas se a planta resiste à agressão a interação é dita 'incompatível'.

A resistência local pode ser reconhecida pela chamada reação de hipersensibilidade (*hypersensitive reaction*, ou HR), com a morte de células situadas nos locais por onde o agressor entra no vegetal. Com isso, a planta impede o acesso do patógeno a células vizinhas, limitando a infecção. Embora essa reação tenha sido identificada há quase 100 anos, não está claro se sua característica primária (morte

celular) tem alguma função direta na resistência ou é consequência de mecanismos de sinalização que de fato levariam aos eventos capazes de inibir a ação do patógeno.

Comuns a todas as plantas e a diferentes patógenos, os aspectos fisiológicos da HR incluem o aumento rápido e transitório de agentes oxidantes, a perda de íons potássio (K^+) e ganho de íons hidrogênio (H^+) pelas células, a destruição de compartimentos e o espessamento das paredes celulares e da cutícula (fina camada sobre a epiderme do caule e das folhas), além da síntese de toxinas (fitoalexinas) e proteínas relacionadas à defesa (conhecidas como proteínas PR, de *pathogenesis related*).

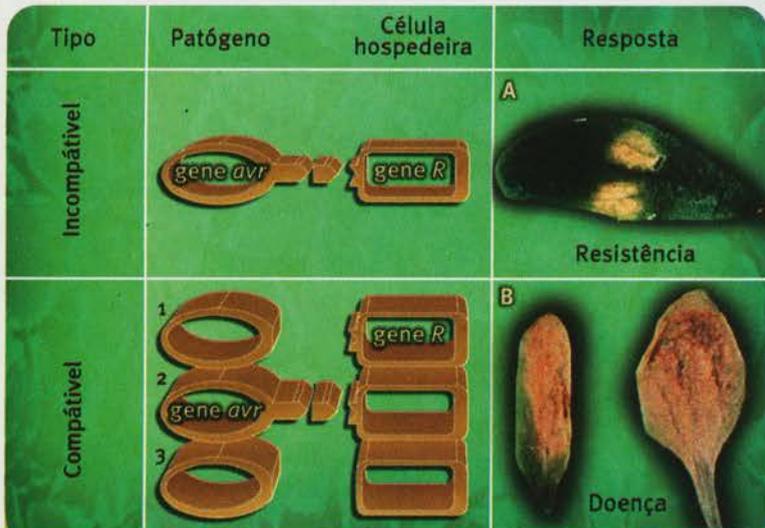
Já a resistência sistêmica adquirida, conhecida como SAR (de *systemic acquired resistance*), protege a planta – junto com a resistência local – contra novos ataques de um mesmo patógeno. Induzida por diferentes agentes, após uma primeira infecção, a SAR torna a planta resistente, por várias semanas, a infecções posteriores. A proteção é eficaz contra um grupo de patógenos, e não todos, e varia de acordo com a espécie vegetal.

Os sinais de aviso da agressão

A resistência induzida (HR e SAR) só acontece se a planta percebe a presença do agente agressor e transmite os sinais que ativam mecanismos de defesa. A percepção se dá quando moléculas indutoras das respostas ligam-se a moléculas receptoras, situadas provavelmente na membrana celular. Os indutores podem ser endógenos (fragmentos da própria planta, liberados pelo ataque de enzimas) ou exógenos (fragmentos do patógeno). Os dois tipos podem atuar juntos e têm grande diversidade, pois são substâncias derivadas de componentes estruturais da planta ou dos agressores. Isso sugere que as células vegetais têm diferentes receptores: associados a substâncias específicas, eles acionam os sinais que ativam, no núcleo das células, os genes ligados à defesa.

Em trabalho clássico, publicado na revista *Phytopathology* em 1942 (vol. 32, p. 653), Harold H. Flor propôs a existência de um sistema de reconhecimento gene-a-gene, com interação específica (figura 2): uma planta com o gene dominante de resistência *R* reconhece um patógeno com o gene dominante de avirulência *avr* torna o patógeno não-virulento se a planta tiver o gene *R* apropriado. Se o gene certo não existe na planta ou no agente patogênico, não há reconhecimento nem resistência e a doença se instala. Acredita-se que o gene *R* codifica o receptor, que por sua vez reconhece a

Figura 2. Sistema de reconhecimento gene-a-gene: uma folha de *Arabidopsis thaliana* apresenta resistência quando inoculada com a bactéria *Xanthomonas campestris* portadora do gene de avirulência (A), enquanto uma folha inoculada com uma cepa da mesma bactéria sem o gene de avirulência (caso 1) desenvolve a doença (B)



molécula indutora gerada direta ou indiretamente pela ação do gene *avr*, ativando os mecanismos de defesa.

Agentes não-biológicos também ativam as defesas. Pesquisas do Laboratório de Genética Molecular Vegetal da UFRJ revelaram que metais pesados, como chumbo e mercúrio, provocam lesões semelhantes à HR. Esse tipo de lesão ocorreu na planta *Arabidopsis thaliana* (figura 3) exposta tanto a uma suspensão com a bactéria *Xanthomonas campestris* quanto a uma solução de nitrato de chumbo – (PbNO_3)₂. A análise microscópica, bioquímica e molecular das duas respostas mostrou semelhanças não só nos aspectos visíveis, mas também nas alterações profundas dentro do vegetal.



Figura 3. Lesões típicas de reação de hipersensibilidade (HR) causadas em *A. thaliana* por vaporizações com a bactéria *X. campestris* (A) e com nitrato de chumbo (B)

Os candidatos a sinalizadores

Dados obtidos por vários grupos de pesquisa indicam que a morte de células por HR leva à produção de substâncias sinalizadoras, ainda não plenamente identificadas, que podem se difundir pelo vegetal e induzir outras respostas de defesa (figura 4), perto da infecção ou em tecidos distantes (nesse caso destaca-se a SAR). Além dos indutores biológicos, produtos químicos sem efeito antibiótico direto podem induzir a SAR, como o ácido salicílico e análogos sintéticos (ácido dicloroisonicotínico, por exemplo).

Pesquisas genéticas da Unidade de Pesquisa Biotecnológica da empresa Ciba-Geigy revelaram que, em plantas de tabaco, a SAR está ligada à ativação coordenada de pelo menos 16 genes, inclusive os que codificam proteínas relacionadas à patogênese (PR). A natureza do sinal que leva à 'ativação' dos genes SAR ainda não está clara.

Outros resultados experimentais sugerem que o ácido salicílico atua como sinal sistêmico em respostas locais e na SAR – as mesmas reações podem ser acionadas tanto pela infecção viral quanto pela aplicação do ácido salicílico. Entre as respostas estão a ativação de genes que codificam enzimas como peroxidase, superóxido-dismutase e proteínas PR. Além disso, constatou-se que a aplicação desse ácido em plantas induz resistência contra vários patógenos, e que os vegetais podem sintetizá-lo, acumulá-lo sob certas condições metabólicas e transportá-lo no floema (tecido condutor da seiva em plantas vasculares). Demonstrou-se também que, em infecções por vírus, o nível de proteínas

PR é proporcional à concentração de ácido salicílico em fluidos extracelulares.

Por outro lado, a ocorrência de SAR é muito reduzida nas situações em que as plantas não acumulam ácido salicílico, como quando a infecção se dá a 28°C (essa temperatura impede o surgimento de HR) ou em plantas transgênicas que produzem uma enzima bacteriana capaz de degradar esse ácido.

Outras substâncias são candidatas a sinal sistêmico indutor de SAR. Uma das mais estudadas é o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), e vários indícios sugerem sua participação nas respostas de defesa. Na verdade, processos oxidativos em geral parecem ter papel crucial nos estágios iniciais da indução dessas respostas. Embora o oxigênio molecular, essencial ao metabolismo aeróbico, seja muito pouco reativo, é fonte potencial de formas reativas. Nos vegetais, os cloroplastos (onde ocorre a fotossíntese, liberando oxigênio), são fontes particularmente ricas de radicais livres – moléculas muito reativas, por terem um elétron livre, e tóxicas para as células.

Normalmente os níveis de espécies reativas de oxigênio são baixos nas células vegetais, mas sua produção cresce em infecções por organismos vivos ou em processos fotooxidativos decorrentes de estresses não-biológicos. A primeira molécula originada do oxigênio, muito reativa, é o íon superóxido (O_2^-), que pode não só romper certas ligações químicas de compostos orgânicos mas também originar outras espécies oxidantes, como o H_2O_2 . Este, além de tóxico para as células, porque inativa certas enzimas do ciclo de Calvin (que fixa o gás carbônico atmosférico),

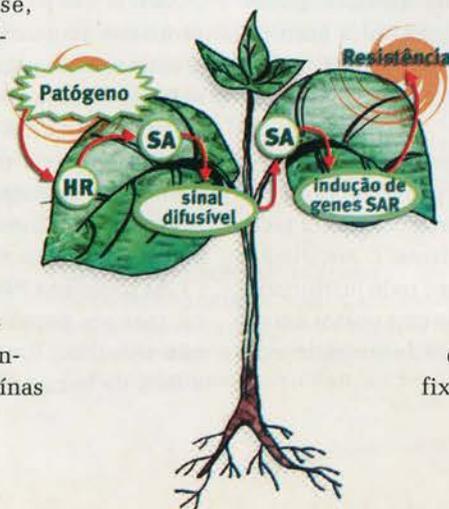


Figura 4. Na resistência sistêmica adquirida (SAR), a planta infectada por um patógeno responde com o estabelecimento de HR e torna-se resistente a uma segunda infecção pelo mesmo patógeno através da indução de genes SAR

pode reagir com o íon superóxido gerando outros radicais livres, como a hidroxila (OH⁻), ainda mais reativa e tóxica.

As células têm sistemas enzimáticos e não-enzimáticos para se proteger e eliminar espécies reativas de oxigênio. Pesquisas de Daniel F. Klessig e equipe, na Universidade de Nova Jersey (Estados Unidos), mostraram que o ácido salicílico pode inativar a enzima catalase, que converte H₂O₂ em água (H₂O) e oxigênio (O₂). Essa ação parece ser uma etapa intermediária na indução da SAR, já que a inibição da

enzima pode causar acúmulo de espécies reativas, que agiriam como mensageiros secundários, ativando genes ligados a esse tipo de resistência. O fato de que outros inibidores de catalase (sem relação com o ácido salicílico) podem induzir SAR reforça essa idéia. O próprio H₂O₂ induz SAR, mas demonstrou-se há pouco que sua maior concentração nas células não basta para levar a essa resistência e que ela pode ocorrer mesmo sem o acúmulo do composto.

Recentes evidências indicam que a catalase sensível ao ácido salicílico não parece ter um papel na SAR, mas poderia atuar no surgimento da reação de hipersensibilidade (HR). Isso aconteceria porque, nos tecidos infectados, o aumento dos níveis da SAR levaria a uma redução na atividade da catalase e em consequência ao aumento de H₂O₂, o que poderia provocar a morte celular (que caracteriza a HR).

Apesar do avanço no estudo dos eventos moleculares iniciais da SAR, a natureza química do mensageiro primário continua indefinida. Outros compostos participam da regulação e sinalização de respostas de defesa, destacando-se os hormônios vegetais gasosos, como etileno e jasmonatos (mais ligados ao ataque de insetos). Na resistência à infecção por agentes causadores de doenças, como bactérias, fungos e outros, tais hormônios gasosos parecem ter efeito secundário, sendo produzidos em resposta a um sinal sistêmico ainda não identificado.

É possível que todos os componentes descritos atuem juntos, cada um com seu papel, na indução dos genes de defesa, formando uma complexa rede de sinalização, que levaria a planta a resistir ao agente agressor. A existência dessa rede justificaria a difícil interpretação do papel de compostos como o ácido salicílico e o peróxido de hidrogênio nos mecanismos de defesa vegetal.

As proteínas protetoras

Demonstrou-se, em tabaco e em *A. thaliana*, que o surgimento da resistência está ligado à expressão coordenada de uma classe de genes que codificam proteínas de defesa. Muitas dessas proteínas foram de início identificadas durante a resposta a apenas um agente patogênico, mas depois constatou-se sua presença em plantas submetidas a outros tipos de estresse. Podem inibir diretamente o patógeno ou levar a alterações estruturais – um exemplo é o espessamento da parede celular, que além de dificultar a entrada do agressor também limita as trocas entre este e a planta.

Das alterações decorrentes da interação planta-patógeno, a síntese de proteínas relacionadas à patogênese (PR) talvez seja a mais evidente. Identificadas pela primeira vez em folhas de tabaco com reação hipersensível à infecção pelo vírus do mosaico do tabaco (TMV, de *tobacco mosaic virus*), tais proteínas foram depois descritas em outros vegetais, dicotiledôneos e monocotiledôneos (as duas classes das angiospermas, plantas com sementes no interior de frutos), e descobriu-se que podiam ser induzidas por vários microrganismos. As proteínas PR são classificadas em cinco grupos, mas todas são solúveis em meio ácido, têm baixo peso molecular e resistem a proteases, enzimas que decompõem proteínas.

As do primeiro grupo (PR-1), sem atividade biológica conhecida, não induzem resistência a vírus, mas sim ao fungo *Peronospora tabacina* quando superexpressas em plantas transgênicas de tabaco. Já as proteínas PR-2 e PR-3 têm ação enzimática: as PR-2 como glucanases (decompõem glucanas) e as PR-3 como quitinases (decompõem a quitina). Como glucanas e quitina são os principais componentes de paredes de fungos e do esqueleto externo de insetos, acredita-se que as PR-2 e PR-3 protegem as plantas contra a infecção por fungos. Supõe-se ainda que as quitinases liberam indutores a partir da parede celular do patógeno, permitindo à planta detectá-lo e acionar as defesas.

Ainda não é conhecida a atividade biológica das proteínas do quarto grupo (PR-4), mas as PR-5 têm grande semelhança com outra proteína, que inibe a ação de enzimas como alfa-amilase e tripsina. Isso sugere que as PR-5 podem inibir enzimas digestivas que decompõem proteínas (caso da tripsina). Portanto, elas protegeriam as plantas contra insetos, fungos e bactérias, que usam essas enzimas para atacar os tecidos vegetais.

As proteínas PR foram muito estudadas em tabaco, mas seu papel na resistência às agressões ainda não está claro. Em alguns casos, é difícil interpretar a falta de harmonia entre o surgimento de SAR ou



EXTRAÍDO DO LIVRO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS/EDITORA DA UFV

HR e a síntese dessas proteínas. O tratamento de tabaco com glucanas da parede do fungo *Phytophthora megasperma*, por exemplo, pode induzir resistência adquirida ao TMV sem estimular a produção de PRs. Ao contrário, resultados de pesquisas – nossas e de outros grupos – revelam acúmulo de tais proteínas tanto no local da infecção quanto em tecidos distantes, não-infectados, sugerindo a transmissão de um sinal a outras partes do vegetal e a existência de uma relação entre as proteínas PR e o estabelecimento da SAR.

As proteínas PR podem ser induzidas não só em invasões bióticas, mas também em estresses abióticos. Por causa desse padrão pouco específico, tem sido sugerido que a indução de tais proteínas faz parte de alguma etapa comum a todas as respostas de defesa. Estudos com feijoeiro permitiram detectar a expressão de duas quitinases (PvChi-3 e PvChi-4) em

resposta tanto à infecção viral quanto a um metal pesado (HgCl₂) e à radiação ultravioleta (ver 'A detecção do RNA mensageiro').

Certas enzimas associadas ao estresse causado por excesso de oxidantes também são importantes nos mecanismos de defesa. As superóxido-dismutases, por exemplo, ajudam a anular radicais livres. Como o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é altamente tóxico para as células, os organismos aeróbicos criaram meios de proteção contra seus efeitos, usando enzimas (catalases e peroxidases) para removê-lo. As catalases convertem o composto em O₂ e H₂O e as peroxidases em H₂O.

Muitas vezes, na infecção de células vegetais por fungos patogênicos formam-se, no ponto de entrada, saliências na superfície da fo-

Figura 6. O tratamento de uma folha primária do feijoeiro (A) com cloreto de mercúrio levou à indução dos mRNA das quitinases PvChi3 e PvChi4 em partes não-tratadas da planta. Os números indicam horas após o tratamento

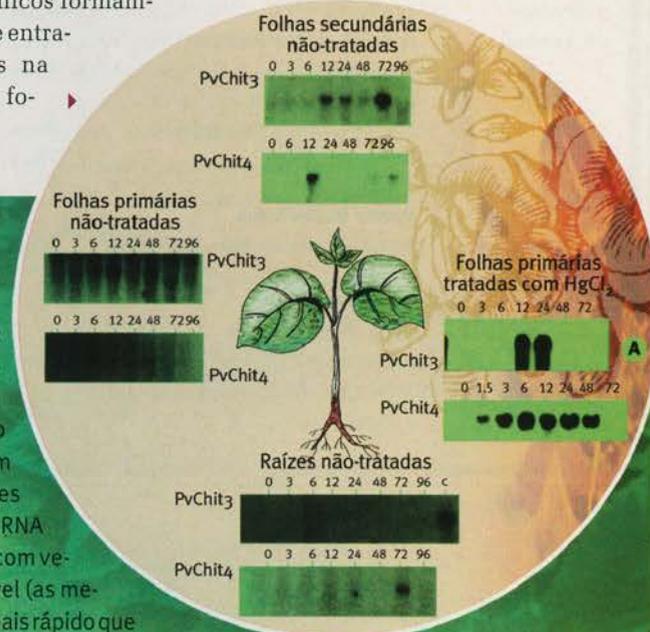


Figura 5. Feijoeiros infectados pelo vírus do mosaico da alfafa (A), ou postos em contato com cloreto de mercúrio (B), ou expostos a raios ultravioleta (C), mostram acúmulo do mRNA correspondente às quitinases de feijão PvChi3 e PvChi4. O mRNA é detectado pelo surgimento das manchas escuras (de radiação). As plantas usadas como controle (D) também sofreram estresse mecânico (tratamento com sílica usado na infecção com vírus), mas não mostraram o mRNA correspondente às quitinases (ou seja, não foram infectadas). Os números indicam horas após o tratamento

A detecção do RNA mensageiro

Quando um gene que codifica uma proteína é ativado, ele é transcrito (a partir do DNA) e suas cópias levam a informação genética ao citoplasma, local da célula onde a proteína será sintetizada. Esses mensageiros são moléculas de ácido ribonucléico (RNA), detectáveis através de técnicas de hibridação sofisticadas. As moléculas de RNA mensageiro (ou mRNA) correspondentes às duas quitinases sintetizadas por feijoeiros submetidos a diversos tratamentos (figura 5) foram separadas com a técnica de eletroforese em gel de

agarose. Nessa técnica, a aplicação de um campo elétrico ao gel faz com que as diferentes moléculas de mRNA migrem no gel com velocidade variável (as menores migram mais rápido que as maiores). Após a migração, o material é transferido para uma membrana de nylon e esta é imersa em solução com fragmentos do gene a ser estudado, marcados com isótopo

radioativo. Os fragmentos reconhecem o mRNA correspondente e ligam-se a ele. Através da radiação do isótopo é possível visualizar o mRNA específico e determinar as condições em que o gene foi transcrito, levando ao acúmulo da proteína que codifica. O experimento revelou que os genes de quitinases são induzidos pelo cloreto de mercúrio não só na folha submetida ao estresse mas até em tecidos não-tratados: embora só uma folha primária (basal) tenha sido tratada com cloreto de mercúrio (o resto do feijoeiro foi protegido), os níveis de mRNA correspondentes às quitinases (figura 6) alteraram-se em outras partes da planta.



Origem do transgene	Estratégias estudadas	Alvos da resistência
Genes endógenos (da própria planta)	Superexpressão de genes	
	Quitinases	Fungos
	Glucanases	Fungos
	RIP (proteínas inativadoras de ribossoma)	Fungos
	Tioninas	Fungos
	Inibidor de alfa-amilase	Insetos
Genes exógenos (de organismos diferentes do vegetal)	Enzimas da síntese de fitoalexinas	Fungos e bactérias
	Lectinas	Fungos
Genes exógenos (de organismos diferentes do vegetal)	Genes virais	
	Capa viral	Vírus
	Replicase	Vírus
	Proteína do movimento	Vírus
	Protease	Vírus
	Seqüências virais que não codificam proteínas	Vírus
	RNA satélites	Vírus
	Genes bacterianos	
	Genes de detoxicação de toxinas	Fungos e bactérias
	Outros genes	
Gene de lisozima do bacteriófago T4	Bactérias	
Anticorpo anti-proteína da capa viral	Vírus	

Figura 7. Estratégias para obtenção de plantas transgênicas resistentes a patógenos

lha, chamadas de papilas. A substância mais observada em tais estruturas é a calose (polissacarídeo do grupo das glucanas), mas também é encontrada a lignina (principal constituinte da madeira), que pode ser depositada mesmo após a papila estar formada.

As papilas parecem atuar na resistência em algumas plantas, pois a calose só se deposita nas resistentes, e não nas suscetíveis a doenças. Além disso, a deposição de lignina parece aumentar a resistência da parede celular a enzimas digestivas dos agressores. Acredita-se ainda que as enzimas peroxidase e catalase aceleram a oxidação de substâncias (do grupo dos fenóis) precursoras na síntese da lignina. Em células tratadas com indutores também há rápido acúmulo de outras enzimas ligadas à síntese de ligninas (orto-metiltransferases e cinamil-álcool-desidrogenase).

Ataques de patógenos e ferimentos levam ainda à produção de outros componentes da parede celular vegetal, como proteínas ricas nos aminoácidos hidroxiprolina (HRGP) e glicina (GRP). As proteínas HRGP acumulam-se em várias dicotiledôneas, em resposta tanto a fungos quanto a bactérias e vírus, alterando a estrutura das paredes celulares para criar uma barreira física à invasão do patógeno.

Na interação incompatível (quando a doença não se desenvolve) entre o feijoeiro e o fungo *Colletotrichum lindemuthianum* há rápido aumento – vinculado à indução da HR – de RNAs mensageiros que codificam proteínas ricas em hidroxiprolina. Se a interação é compatível, o acúmulo de mRNA de HRGP é bem lento. Em ambos os casos, o mRNA acumula-se em células distantes do local de entrada do fungo, indicando que a resposta não se restringe à área infectada. As proteínas HRGP atuam como aglutininas específicas para certos patógenos (reúnem defesas contra eles) e/ou como barreira estrutural, de forma direta ou 'preparando' locais para o depósito de ligninas.

Os fenilpropanóides, compostos formados sobre a estrutura do hidrocarboneto fenilpropano, são importantes no crescimento vegetal, mas também atuam na proteção contra estresses ambientais. Seu metabolismo em plantas superiores tem sido associado à regulação do crescimento, à resistência a doenças e raios ultravioleta, à ativação de genes *vir* de bactérias do gênero *Agrobacterium* e à síntese de componentes da parede celular vegetal. A enzima fenilalanina-amônia-liase (PAL) provoca a primeira de uma série de reações metabólicas que gera inúmeros produtos naturais baseados em fenilpropanos, incluindo a lignina, certos pigmentos e protetores contra luz ultravioleta. A produção de tal enzima é regulada durante o crescimento vegetal, mas é também induzida em células vizinhas ao local de infecção por vários estímulos ambientais, como infecção, ferimentos, contaminação por metais pesados, luz e reguladores de crescimento.

Outra forma de defesa vegetal é a síntese de fitoalexinas, substâncias com ampla ação antimicrobiana. Podem se acumular até níveis suficientes para limitar o crescimento do patógeno e são tóxicas para protoplastos (células vegetais sem parede celular), células animais, bactérias e fungos. É provável que as fitoalexinas atuem de forma direta sobre o agressor e também causem a morte do tecido infectado, gerando a lesão típica da HR. Tais compostos só são produzidos em áreas próximas do local de infecção, em resposta ao ataque de todos os patógenos que induzem necrose e de agentes abióticos como metais pesados, congelamento parcial, alguns reguladores de crescimento, certas molé-



culas orgânicas, luz ultravioleta e estresses químicos e mecânicos.

Inibidores de proteinase são proteínas capazes de evitar ou reduzir a atuação de enzimas que decompõem proteínas animais e microbianas, mas não as vegetais. São em geral sintetizados e estocados em sementes e tubérculos, enquanto crescem, como proteção contra predação. Os genes que codificam tais inibidores são ativados, mesmo em tecidos distantes, por ferimentos mecânicos. Já as tioninas, polipeptídeos ricos em cisteína encontrados em relativa abundância em sementes de várias plantas, são induzidas nas folhas por infecção por fungos ou em resposta a outras formas de estresse. Em estudos recentes, uma tionina de cevada expressa em tabaco transgênico conferiu a este resistência contra infecção bacteriana.

A variedade de substâncias revela a complexidade dos mecanismos de defesa das plantas. As mudanças metabólicas envolvidas nas respostas ao estresse são apenas parte do intrincado processo bioquímico que leva à resistência. A maioria das respostas descritas visa inativar o agente agressor, mas outras alterações podem ser induzidas por estresse. Muitas visam apenas manter funções vitais das células, deixando a planta mais preparada para resistir. Um exemplo é a ativação de genes que codificam ciclofilinas, responsáveis pela rotação espacial de certas ligações de proteínas. Tal rotação facilita, em proteínas recém-sintetizadas, a etapa de dobramento, necessária para que assumam sua conformação espacial específica.

Acredita-se, por isso, que as ciclofilinas ajudem a formar e manter a estrutura terciária (parte da disposição espacial interna) de outras proteínas. Isso reduziria o risco de degradação de proteínas valiosas para o vegetal ou evitaria a formação de agregados protéicos, reações possíveis durante o estresse. Um nível alto de ciclofilinas também seria vantajoso em plantas submetidas a estresse: otimizaria as etapas de dobramento e maturação das proteínas necessárias às respostas de defesa, acelerando seu acúmulo.

As estratégias da bioengenharia

Plantas mais resistentes são obtidas por trabalhos de melhoramento vegetal. O cruzamento de variedades cultivadas com espécies selvagens, portadoras de genes de resistência, permite introduzir tais genes em plantas de interesse agrícola. Com os genes de resis-



tência, porém, são transferidos muitos genes indesejáveis. Para obter uma planta híbrida mais resistente e livre dos genes 'ruins' é preciso eliminar alguns deles através de vários retrocruzamentos com a planta cultivada sensível, o que torna o processo demorado demais. E o longo trabalho pode ser inútil, se novas linhagens de patógenos surgirem naturalmente, por adaptação parasítica, durante a pesquisa.

Os recentes progressos em engenharia genética reduzem o tempo de produção de plantas melhoradas, já que só o gene útil é inserido no novo cultivar. As técnicas permitem a transferência de genes de diferentes organismos – plantas, animais e microrganismos – para vegetais de interesse agrícola através de diferentes estratégias (figura 7). Assim, é de grande relevância compreender como as plantas se defendem, estudando o papel dos diferentes componentes dessa complexa rede de eventos. Adotando-se as precauções ecológicas adequadas, o uso agrícola de plantas transgênicas mais resistentes pode ser um elemento-chave para aumentar a produção e a qualidade dos alimentos.

Com base no que já é sabido sobre a interação planta-patógeno, pode-se prever estratégias potenciais para a bioengenharia da resistência vegetal. Assim, a introdução de um único gene de resistência deve ser evitada, já que a nova variedade de planta resistente pode tornar-se suscetível a novo patógeno em poucos anos. Além disso, a quebra da resistência é muito mais lenta se a planta contém diferentes genes *R* para o mesmo patógeno. Uma variedade assim não pode ser obtida com a técnica clássica de melhoramento, pois as plantas portadoras desses genes são às vezes muito diferentes. No entanto, a clonagem de diferentes genes *R* que reconhecem o mesmo patógeno permite criar variedades que diferem apenas no tipo de gene *R* que portam, dificultando ao patógeno sobrepor-se a essa resistência.

Outra estratégia adequada seria manipular a reação de hipersensibilidade (HR) e a resistência sistêmica adquirida (SAR). A ativação dos genes de defesa, porém, leva a planta a um constante estado de alerta, altamente estressante e às vezes fatal. Tal estratégia só poderia ser adotada se esse perigo fosse evitado, permitindo a produção de plantas com mecanismos semelhantes à SAR, mas não letais. Portanto, conhecer tanto a complexa sequência de sinais que leva à HR e à SAR quanto sua regulação é essencial para desenvolver novas estratégias de controle das doenças vegetais.

Outra estratégia adequada seria manipular a reação de hipersensibilidade (HR) e a resistência sistêmica adquirida (SAR). A ativação dos genes de defesa, porém, leva a planta a um constante estado de alerta, altamente estressante e às vezes fatal. Tal estratégia só poderia ser adotada se esse perigo fosse evitado, permitindo a produção de plantas com mecanismos semelhantes à SAR, mas não letais. Portanto, conhecer tanto a complexa sequência de sinais que leva à HR e à SAR quanto sua regulação é essencial para desenvolver novas estratégias de controle das doenças vegetais.

Sugestões para leitura

- LINTHORST, H. J. M. 'Pathogenesis-related proteins of plants' in *Critical Reviews in Plant Science*, vol. 10, pp. 123-150, 1991.
- MARGIS-PINHEIRO, M.; MARTIN, C.; DIDIERJAN, L. & BURKARD, G. 'Differential expression of bean chitinase genes by virus infection, chemical treatment and UV irradiation' in *Plant Molecular Biology*, vol. 22, pp. 659-668, 1993.
- RYALS, J., UKNES, S. & WARD, E. 'Systemic acquired resistance' in *Plant Physiology*, vol. 104, pp. 1109-1112, 1994.
- STASKAWICZ, B.; AUSUBEL, F.; BAKER, B.; ELLIS, J.; JONES, J. 'Molecular genetics of plant disease resistance' in *Science*, vol. 268, pp. 661-667, 1995.
- WILSON, T. M. V. 'Strategies to protect crop plants against viruses: pathogen-derived resistance blossoms' in *Proceedings of National Academy of Science*, vol. 90, pp. 3134-3141, 1993.

Em apenas uma hora, nosso corpo emite cerca de 20 milhões de neutrinos, uma das mais intrigantes partículas elementares. Eles são liberados por apenas 20 mg de potássio radioativo (^{40}K) presentes no organismo. Cada pessoa é ainda atravessada, em um segundo, por algo como 50 bilhões de neutrinos gerados por fontes radioativas naturais da Terra e por mais de 100 bilhões saídos de reatores nucleares. Além disso, 100 a 400 trilhões de neutrinos vindos do Sol nos atingem, inclusive à noite, pois eles também atravessam toda a Terra. Essa partícula, que teve sua existência proposta em 1930 para resolver um problema específico, ganhou tanta importância que hoje é essencial nos debates sobre o próprio futuro do universo.

Adriano A. Natale
e **Marcelo M. Guzzo**
Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual
de São Paulo,
Instituto de Física Gleb Wataghin,
Universidade Estadual
de Campinas

Neut

Partículas onipr



trinos

esentes e misteriosas

Em 1930, o físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958) avisou por carta aos também físicos Hans Geiger (alemão, 1882-1945) e Lise Meitner (austríaca, 1878-1968), que não iria a uma conferência em Tübingen (Alemanha), porque era “imprescindível” que fosse a um baile em Zurique, na Suíça. Nesse encontro seria discutido um problema que atormentava os cientistas da época: ninguém sabia por que, no decaimento beta, processo de desintegração em que um núcleo atômico transforma-se em outro e emite um elétron, a energia desse elétron assumia valores que variavam de zero até um valor máximo, quando esperava-se que assumisse apenas um valor fixo.

Figura 1. As primeiras observações do decaimento beta mostravam que o núcleo A, ao se desintegrar, gerava o núcleo B mais um elétron

Em sua carta, além de justificar a ausência, Pauli resolvia o mistério inventando o neutrino! Para a época, foi um salto gigantesco. Na experiência, um núcleo A decaía em um núcleo B mais um elétron (figura 1), e nada mais era detectado. Com o núcleo A em repouso (com velocidade nula em relação ao laboratório), a lei da conservação de energia prediz que, ao surgirem, o núcleo B e o elétron se movimentarão com a mesma direção e sentidos opostos, afastando-se do ponto onde estava A. Nessas condições, a energia do elétron é dada pela seguinte equação, construída com base na teoria da relatividade restrita:

$$E_e = \left(\frac{m^2_A - m^2_B + m^2_e}{2 m_A} \right) c^2$$

Essa equação envolve apenas grandezas fixas e bem determinadas: as massas de A (m_A), de B (m_B) e do elétron (m_e), e a velocidade da luz (c). Assim, a energia do elétron (E_e), conhecidos os valores das massas envolvidas, deveria ter um valor fixo em cada tipo de decaimento beta. No entanto, cada elétron emitido apresentava um valor diferente de energia, levando a um espectro de energia bem extenso (figura 2).

A equação determinava a energia máxima do elétron, mas em geral obtinha-se um valor menor. Essa era a grande dúvida: para onde teria ido a energia que faltava? A experiência parecia contradizer a lei da conservação de energia, ainda hoje um dos pilares sagrados da física, e levava a reações desesperadas. Niels Bohr (1885-1962), um dos fundadores da teoria quântica, chegou a pensar em “uma possível limitação dos teoremas de conservação”, contrariando muito do que havia defendido antes!

A carta de Pauli a Geiger e Meitner mudou todo esse quadro. Ali, ele sugeria que a desintegração do núcleo A criava não só o núcleo B e o elétron, mas também uma terceira partícula (X), que seria neutra e dificilmente detectada (figura 3). Essa nova partícula carregaria a

energia que faltava ao elétron, atendendo à lei da conservação. Na época, ainda se discutia a existência do nêutron (partícula do núcleo atômico), e portanto não se sabia que o decaimento beta é a desintegração dessa partícula, descoberta anos depois pelo inglês James Chadwick (1891-1974). Pauli apresentou sua idéia em 1931, em uma série de conferências, e o italiano Enrico Fermi (1901-1954), outro jovem e brilhante físico, propôs o nome de neutrino (neutro e de pouca massa) para a partícula X.

O final dos anos 20 e o início dos anos 30 compõem uma era de ouro na física. Cientistas como os alemães Werner Heisenberg (1901-1976), Max Born (1882-1970) e Pascual Jordan (1902-1980), entre outros, estabeleciam a base da mecânica quântica. A partir das teorias quântica e relativística, o inglês Paul Dirac (1902-1984) previa a existência do anti-elétron (ou pósitron), lançando a idéia de criação e destruição de partículas. Em seguida, Fermi juntou tudo (neutrino, nêutron, teoria quântica, criação e destruição de partículas) em uma teoria sobre o decaimento beta. Sua teoria descrevia o espectro de energia do decaimento para o caso de um neutrino com massa nula, e como o espectro mudaria se o neutrino tivesse uma pequena massa. Hoje, essa curva é pesquisada cada vez com maior precisão para descobrir se essa massa existe.

A teoria de Fermi explicava os dados experimentais sem dificuldades, mas ainda desagradava alguns cientistas, já que o neutrino não tinha sido detectado. As primeiras tentativas revelaram que a partícula podia atravessar imensas distâncias sem interagir com algum átomo. Hans Bethe (1906-) e Rudolf Peierls (1907-1995) sugeriram que, se o decaimento do nêutron criava o neutrino, um próton e um elétron, deveria existir o processo inverso, onde o neutrino seria absorvido por um próton, gerando um nêutron e um antielétron.

A probabilidade desse processo, batizado de decaimento beta inverso, podia ser calculada pela teo-

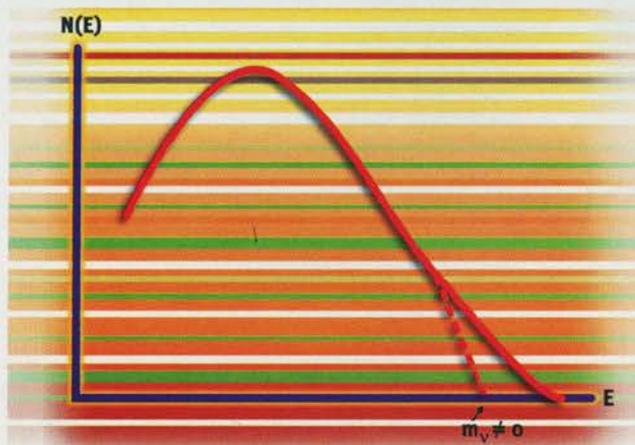
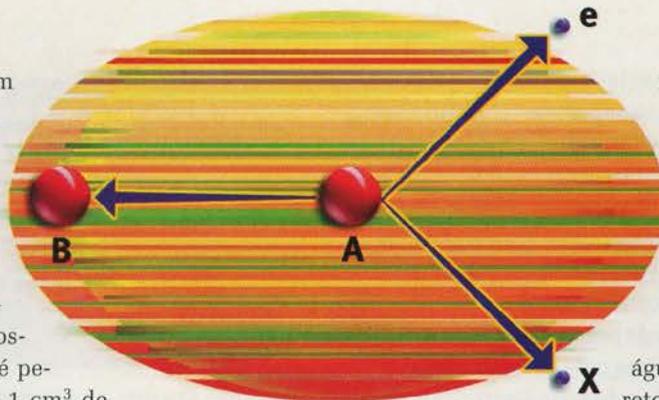


Figura 2. O espectro de energia do elétron no decaimento beta seria modificado (curva tracejada), de acordo com a teoria de Fermi, se a massa do neutrino não fosse nula

ria de Fermi. Medida em unidade de área, essa probabilidade foi determinada como sendo de 10^{-44} cm^2 – isso equivale a dividir 1 cm^2 pelo número 10 multiplicado por si próprio 44 vezes! Para mostrar como essa chance é pequena, basta dizer que 1 cm^3 de água contém 7×10^{22} prótons, mas um neutrino dificilmente colidiria com um deles, já que a probabilidade dessa colisão seria da ordem de 10^{-21} . Assim, para absorver apenas um neutrino, seria necessário uma camada de água com espessura de 10^{21} cm . Por isso, em 1934, Bethe concluiu ser praticamente impossível observar o neutrino.



mesmo com o tanque 20 m sob a superfície. Para evitar o problema, os cientistas criaram novo detector, intercalando entre os tanques do cintilador pequenos tanques de água onde foi diluído cloreto de cádmio. Nesse arranjo, quando o neutrino é absorvido pelo

próton (decaimento beta inverso), o nêutron liberado move-se através desses materiais colidindo com os núcleos, e vai perdendo energia nas colisões até atingir o nível em que é capturado por um núcleo de cádmio. A captura deixa esse núcleo em estado excitado (acima de seu nível normal de energia), causando seu decaimento e a emissão de mais raios gama. Todo esse processo dura em torno de $5 \mu\text{s}$ (um microssegundo equivale à milionésima parte do segundo).

Portanto, a detecção de sinais de luz espaçados por 5 ms, além da luz decorrente da ionização, descartaria a interferência dos raios cósmicos, confirmando a presença dos neutrinos. Em junho de 1956, após usar a maior versão do seu detector (com 10 toneladas), instalado abaixo de um reator na Carolina do Sul (Estados Unidos), os dois físicos revelaram, em telegrama para Pauli, que haviam observado neutrinos e que a taxa de reações era a prevista pela teoria de Fermi.

Figura 3. Na proposta de Pauli, o núcleo A, ao se desintegrar, gera o núcleo B, um elétron e um neutrino (na verdade, como descobriu-se depois, um antineutrino)

A detecção da partícula

Pouco antes da Segunda Guerra, descobriu-se que núcleos de urânio atingidos por nêutrons tornavam-se instáveis e dividiam-se em dois fragmentos. Essa reação liberava outros nêutrons, e imaginou-se que poderiam causar outras fissões, iniciando uma reação em cadeia. Durante a guerra, Fermi e outros construíram, na Universidade de Chicago (Estados Unidos), o primeiro protótipo de um reator nuclear, capaz de controlar essa reação. As pesquisas sobre a fissão permitiram que os Estados Unidos produzissem a bomba atômica, no Laboratório de Los Alamos. Após a guerra, dois físicos de Los Alamos, Clyde Cowan (1919-1974) e Frederick Reines (1918-1998), decidiram encontrar um meio de detectar os neutrinos usando para isso os reatores nucleares, fontes controláveis dessas partículas.

Na mesma época, descobriu-se que certos líquidos orgânicos cintilam quando uma partícula os atravessa – os átomos do líquido perdem elétrons, com a passagem da partícula, mas logo os reabsorvem, emitindo luz. Cowan e Reines imaginaram que a absorção de um neutrino por um próton, em um grande tanque com líquido cintilador, liberaria um pósitron e a aniquilação deste com os elétrons do meio geraria raios gama (luz com altíssima energia). Como os raios gama são grandes ionizadores, o líquido emitiria luz, que seria detectada por fotocélulas colocadas nas paredes do tanque.

A experiência tinha que ser feita no subsolo, para barrar os raios cósmicos (partículas que bombardeiam a Terra, vindas do espaço), que também ionizam o líquido. A primeira tentativa, batizada de projeto Poltergeist, constatou sinais dos raios cósmicos

Cresce a família dos neutrinos

Enquanto o neutrino era 'caçado', os chineses Tsung-Dao Lee (1926-) e Chen N. Yang (1922-), da Universidade de Columbia, em Nova York, propuseram uma modificação na teoria de Fermi para explicar o comportamento de outras partículas conhecidas. A idéia também arranhava um dos pilares da física: a simetria de paridade ou simetria entre direita e esquerda. Essa simetria diz que, em toda equação da física, se a coordenada de posição (que podemos indicar por 'x') for trocada por sua imagem especular ('-x'), a equação não se altera. A mudança, unida às idéias sobre criação e aniquilação de partículas, permitia deduzir a existência de neutrinos e antineutrinos e determinava que os primeiros teriam 'mão-esquerda' e os segundos 'mão-direita'.

Para explicar o conceito de 'mão', é preciso falar do *spin*, outra propriedade das partículas elementares. Em definição simplificada, o *spin* é um valor que indica como a partícula gira em torno de si própria. Se a direção do *spin* coincide com a do movimento da

Figura 4. O neutrino tem o *spin* apontando em direção contrária à do movimento, e no caso do antineutrino o *spin* aponta na direção do movimento

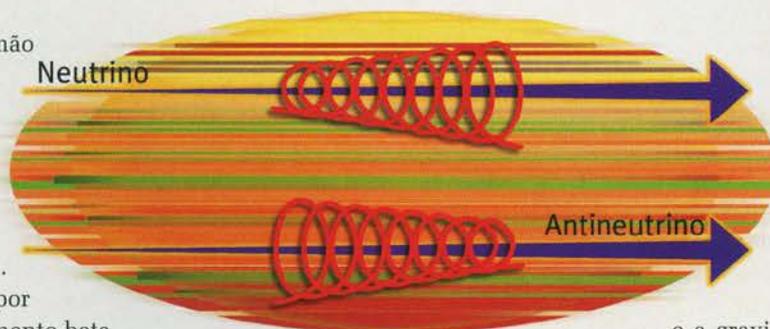
partícula, diz-se que esta é de mão direita. Se as direções são opostas, a mão é esquerda. Para simplificar, pode-se ver o neutrino como um parafuso com a rosca apontando na direção contrária ao movimento, e o antineutrino como estando na situação oposta (figura 4).

A violação da paridade proposta por Lee e Yang implicava que o decaimento beta emitiria um antineutrino de mão-direita (jamais um de mão-esquerda). Isso foi confirmado experimentalmente em 1958, pelo austríaco Maurice Goldhaber (1911-) e seu grupo. Portanto, ao contrário do que ocorre com todas as outras partículas, se olharmos o neutrino através de um espelho não veremos nada!

Essas propriedades do neutrino ainda são estudadas. O comportamento dessa partícula pode estar relacionado com a ausência de massa, mas não há certeza sobre isso. Cientistas tentam medir a possível massa do neutrino, verificando se o espectro do elétron no decaimento beta (como na figura 2) mostra um pequeno desvio, sem o qual a massa seria nula. Tais experiências sugerem limites máximos para a massa da partícula, pois a atual precisão experimental só consegue isso. Assim, o antineutrino emitido no decaimento teria massa inferior a 10 elétron-volts – 1 eV é a energia adquirida por um elétron acelerado por uma diferença de potencial de 1 volt (usa-se aqui uma unidade de energia também para a massa).

A vida dos neutrinos, porém, seria complicada pela detecção de mais partículas, como o pión (ou méson π), partícula que decai em um múon (μ) e um antineutrino. O múon é idêntico ao elétron, menos na massa, cerca de 200 vezes maior – como um irmão mais gordo! Mas suspeitava-se que o neutrino produzido (junto com o múon) no decaimento do pión seria de um ‘tipo’ diferente. Teríamos, portanto, duas partículas neutras e quase invisíveis: o neutrino do elétron (ν_e) e o do múon (ν_μ). Esse último seria a antipartícula detectada no decaimento do pión (figura 5).

A física conhece quatro interações fundamentais na natureza: a forte, a fraca, a eletromagnética



e a gravi-

tacional. O neutrino é a única partícula que participa apenas da interação fraca, além da gravitacional, que afeta a todas. Por isso o físico Melvin Schwartz (1932-) decidiu estudar a interação fraca (responsável, por exemplo, pelo decaimento beta) usando neutrinos obtidos a partir de um feixe de píons gerados pela colisão de prótons com núcleos. Freados por um anteparo, os píons desintegram-se e resta um feixe puro de neutrinos. No final dos anos 50, Schwartz, Leon Lederman (1922-), Jack Steinberger (1921-) e outros confirmaram a existência dos dois neutrinos previstos. Na experiência (figura 6), o feixe de neutrinos (obtidos de píons) foi usado para provocar colisões com núcleos atômicos e verificar se eram produzidos múons ou elétrons. Um detector constatou a produção apenas de múons, em evento similar ao processo beta inverso.

Alguns anos mais tarde seria descoberto o terceiro irmão mais gordo do elétron, a partícula tau (τ), com massa mais de mil vezes maior, e com ele o terceiro neutrino (ν_τ). Hoje em dia é produzida em laboratório uma partícula chamada Z, e a quantidade de partículas Z geradas depende do número de neutrinos envolvidos no processo. Tal experiência garante que só podem existir três neutrinos leves, mas até o final do ano passado ninguém foi capaz de detectar uma massa para os neutrinos.

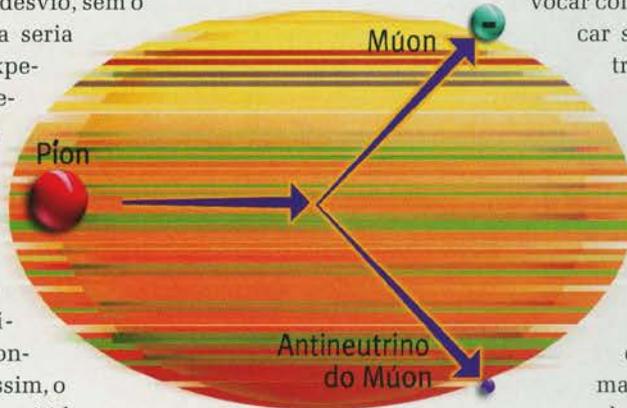


Figura 5. A existência de mais de um tipo de neutrino foi revelada pelo decaimento do pión (méson π), que produz duas partículas (o múon e seu antineutrino)

‘Ladrões’ da energia das estrelas

Até agora pode parecer que os neutrinos afetam apenas a vida dos físicos. Na verdade, essas partículas não surgem só em reações criadas em laboratório. Elas são geradas continuamente em reações nucleares dentro do Sol e de outras estrelas. Tais reações ditam como será a vida de uma estrela. O Sol pode ser visto como um imenso reator nuclear onde a queima de hidrogênio ocorre em abundância. Nessa reação, quatro átomos de hidrogênio (^1H) geram um átomo de hélio (^4He), dois pósitrons (e^+), dois neutrinos do

elétron (ν_e) e 28 milhões de eV, liberados em forma de luz e calor.

É possível, portanto, estimar o número de neutrinos gerados a cada segundo no Sol. Se são liberados dois neutrinos para cada 28 milhões de eV (28 MeV) de energia emitida, o total liberado por segundo é dado pela divisão da energia emitida nesse intervalo (sua 'luminosidade') por 14 MeV. Para saber quantos neutrinos chegam por segundo a cada cm^2 da Terra, basta dividir o total obtido no cálculo anterior pela área (em cm^2) de uma esfera de raio igual à distância Terra-Sol. Já que o Sol lança essas partículas em todas as direções, em qualquer cm^2 dessa esfera (e portanto da superfície da Terra) chegará o número de neutrinos obtido na seguinte divisão:

$$\frac{\text{Luminosidade do Sol}}{14 \text{ MeV} \times 4\pi (\text{distância Terra-Sol})^2}$$

(ou)

$$\frac{4 \times 10^{33} \text{ erg seg}^{-1}}{14 \text{ MeV} \times 4\pi (1,5 \times 10^{13} \text{ cm})^2}$$

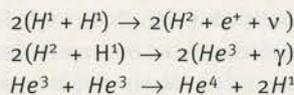
A conta, em que a luminosidade do Sol é dada em ergs, unidade de energia igual a um milhão de vezes a massa do elétron (de cerca de 0,5 MeV), leva ao resultado aproximado de 60 bilhões de neutrinos por cm^2 por segundo. Os cientistas calculam esse fluxo de modo mais preciso, com base no modelo solar padrão, que descreve as reações nucleares das regiões mais centrais do Sol.

O fluxo de neutrinos solares que varre a Terra é monitorado desde os anos 70, mas essas experiências só detectam cerca de metade do total que o modelo solar padrão prevê – diferença conhecida como o problema do neutrino solar. Como esse modelo é bem estabelecido (e confirmado por outras observações), acredita-se que alguma peculiaridade nas propriedades da partícula provoque o déficit.

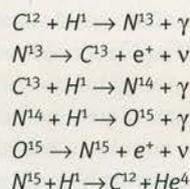
A alternativa preferida dos físicos é a da 'oscilação': ao vir do centro do Sol até a Terra, um neutrino do elétron (ν_e) pode, por um processo descrito pela mecânica quântica, transformar-se em um neutrino

do múon (ν_μ) ou do tau (ν_τ). Esse efeito pode ocorrer se os neutrinos tiverem massa ou ser decorrente de interações no interior do Sol. Como o Sol só produz neutrinos do elétron, e os detectores são especialmente sensíveis a esse tipo de neutrino, a oscilação impediria a contagem correta do número de neutrinos que atingem a Terra. Esse efeito explicaria o problema do neutrino solar. Mas a questão, que preocupa muitos cientistas, ainda está em aberto.

A reação que funde átomos de hidrogênio criando átomos de hélio, citada acima, é a forma simplificada da cadeia de reações mais importante para a produção de neutrinos no Sol, conhecida como ciclo próton-próton:



Outra cadeia de reações que transforma hidrogênio em hélio é o ciclo carbono-nitrogênio (onde esses dois elementos são apenas intermediários):



Tais ciclos formam núcleos de hélio, que se acumulam na estrela, pósitrons (e^+), neutrinos (ν) e raios gama (γ). Os pósitrons geram fótons ao colidir no meio da estrela. Os raios gama, espalhados e reespalhados pelos átomos da estrela, só são liberados (em forma de luz) após milhões ou bilhões de anos, dependendo da massa da estrela. Já os neutrinos escapam livremente, drenando com grande eficiência a energia da estrela. Mesmo assim, uma estrela como o Sol tem reservas de energia nuclear para brilhar por bilhões de anos. Quanto maior a massa da estrela, mais neutrinos são gerados. Só em nossa galáxia há cerca de 10^9 estrelas, o que dá uma idéia

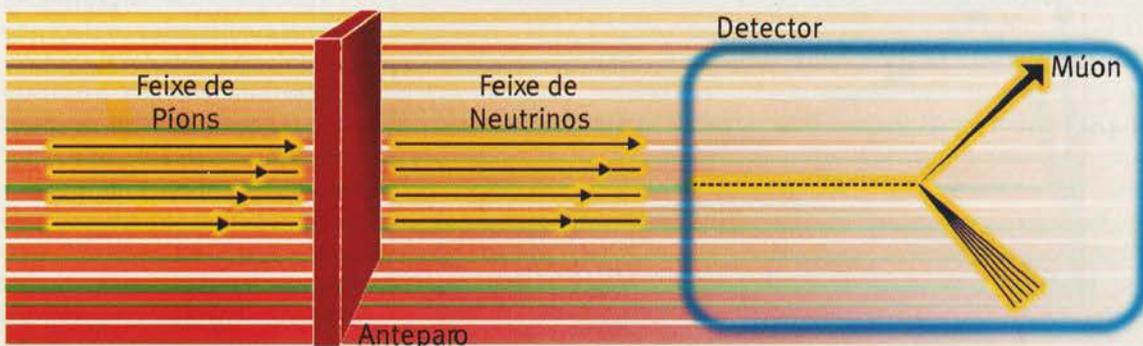
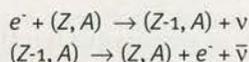


Figura 6. Se o feixe usado na experiência só tiver neutrinos do múon (produzidos no decaimento de píons), só aparecerão múons no detector, resultantes da colisão desse tipo de neutrino com núcleos (a linha tracejada indica o caminho do ν_μ até a colisão)

da produção de neutrinos a cada segundo, que devem ser somados aos criados desde o início do universo. Não é um absurdo, portanto, dizer que trilhões de neutrinos nos atravessam em um curto intervalo de tempo. A sorte é que eles interagem muito pouco com a matéria!

Uma das formas de perda de energia pelas estrelas através da produção de neutrinos foi proposta nos anos 40 pelo físico brasileiro Mario Schenberg (1914-1990) e o russo Georges Gamow (1904-1968). No processo Urca – batizado assim porque os neutrinos sumiam com a energia estelar assim como o dinheiro sumia, na época, das mesas de jogo do cassino da Urca –, núcleos de átomos absorvem elétrons, gerando neutrinos, e logo decaem, gerando antineutrinos. Os núcleos são indicados por (Z, A) , onde Z é o número atômico (de prótons) e A é o número de massa (proporcional à soma de prótons e nêutrons):



A pesquisa sobre neutrinos evoluiu muito. Hoje, eles ajudam os astrofísicos até a descobrir explosões de estrelas. Um exemplo recente ocorreu em uma das nuvens de Magalhães (galáxias-satélites da Via Láctea): uma estrela de muita massa colapsou, transformando-se em uma estrela de nêutrons. Ao expelir a parte externa, essa estrela liberou, por alguns segundos, cerca de 10^{52} ergs na forma de neutrinos e antineutrinos, em grande parte produzidos na reação $e^+ + e^- \rightarrow \bar{\nu}\nu$. Entre a imensidão de neutrinos emitidos por essa supernova (catalogada como SN1987A), alguns foram observados na Terra por detectores como o Kamiokande (no Japão) e o IMB (nos Estados Unidos).

A detecção e a medição da energia dos neutrinos forneceram muitos dados novos sobre o desenvolvimento de uma explosão estelar e sobre propriedades dessa partícula. Os neutrinos são produzidos ainda nas colisões dos raios cósmicos com átomos da atmosfera terrestre, e pesquisas já trouxeram indicações de que também nesse caso pode haver oscilação entre os diferentes tipos.

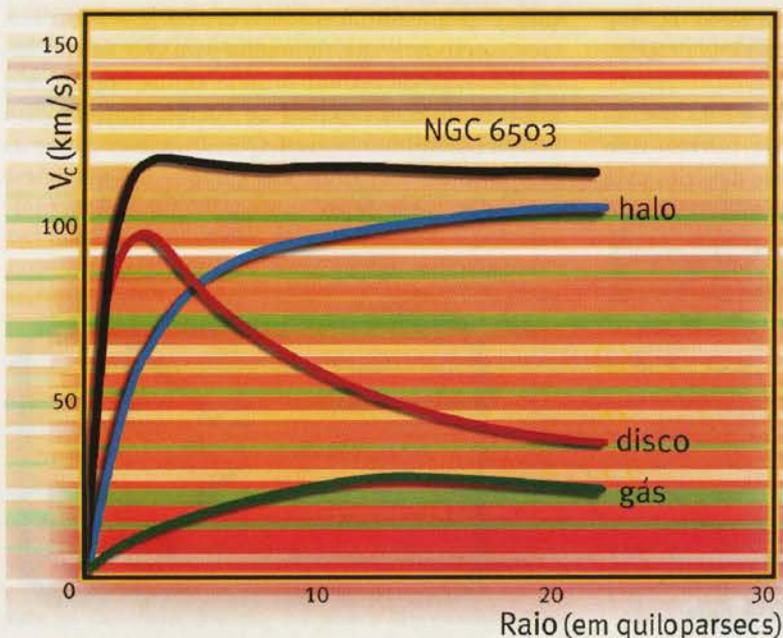
Peça-chave na história do universo

Sabe-se hoje que o universo visível – estrelas, nuvens de gás e até planetas – é composto principalmente de hidrogênio, hélio e lítio, os últimos em frações menores. Segundo o chamado modelo do *Big Bang*, no início do universo não havia situação física para formar elementos pesados, o que só ocorreu após o surgimento das estrelas. No final dos anos 60, o astrofísico russo V. Shvartsman notou que os elementos leves só se formariam, nessa etapa do universo, se partículas de pouca massa, atuando através da interação fraca, fossem abundantes: elas controlariam a temperatura e a taxa de produção de nêutrons, os quais se uniriam aos prótons para formar elementos como o hélio (com dois nêutrons e dois prótons).

Quase 10 anos depois, os norte-americanos Gary Steigman, David Schramm e James Gunn, em estudo sobre a nucleossíntese, concluíram que, para que o modelo de evolução do universo fosse coerente com a proporção observada entre os elementos leves, no máximo sete tipos de neutrinos deveriam existir, quando só se conhecem três. Recentemente, com base em novos dados experimentais, esse cálculo foi refeito para no máximo três neutrinos.

Os neutrinos que poderiam mudar as proporções dos elementos leves são os formados na 'sopa inicial' de partículas do *Big Bang*. Se esses neutrinos primordiais tivessem massa relativamente grande, seu efeito gravitacional modificaria a evolução do universo. Estudos de cosmologia indicam que, para manter a coerência com as observações, a soma das massas dos três neutrinos não deve passar de 10 eV. Esse limite, no caso do ν_μ e do ν_τ , leva a uma estimativa da massa desses neutrinos muito superior aos limites experimentais atuais.

Figura 7. Curva de rotação da galáxia espiral NGC 6503 (em preto, com as barras de cada medição) e curvas de rotação calculadas com modelos teóricos, o primeiro (em vermelho) se ela fosse constituída só pelas estrelas visíveis no disco e o segundo (em verde) se tivesse apenas o gás observado no meio interestelar – os dois modelos não reproduzem os dados observacionais, o que só ocorre quando a eles é somado o efeito da matéria escura que também estaria presente no halo (em azul). Um quiloparsec equivale a 3,26 mil anos-luz



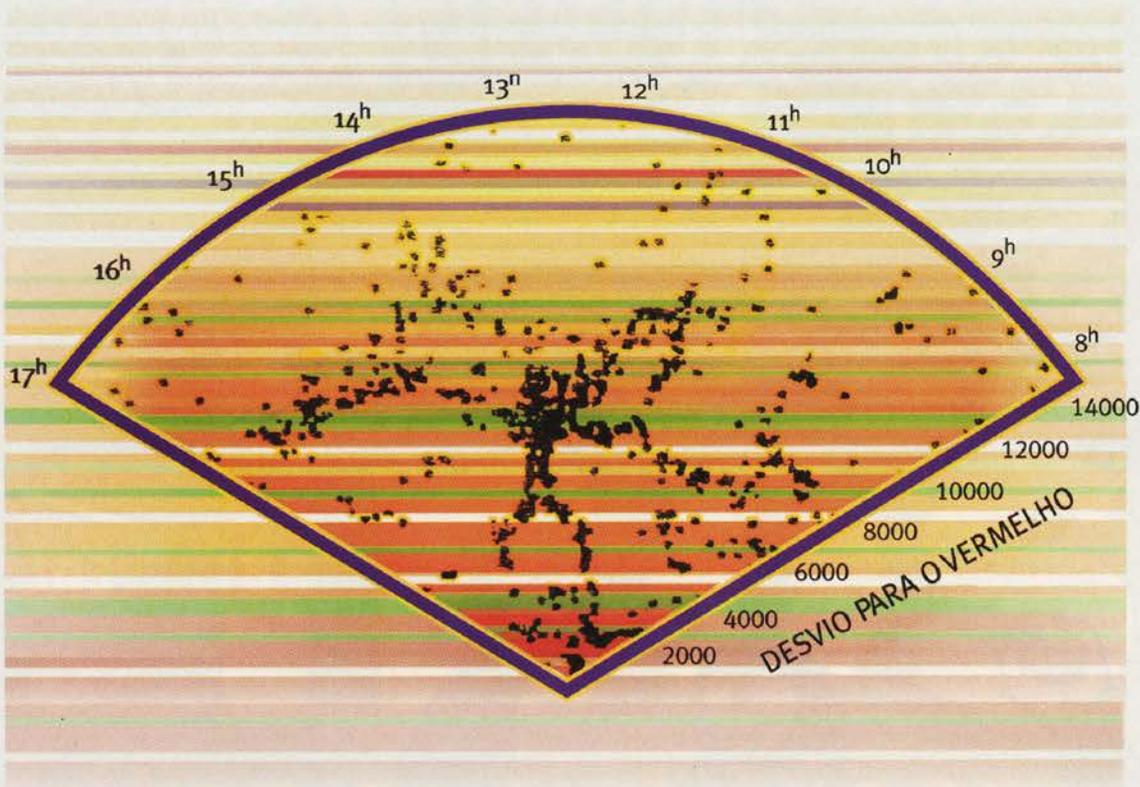


Figura 8. Distribuição de galáxias e vazios na fatia do céu compreendida entre 8 h e 17 h (as 'horas' da esfera celeste são contadas a partir do equinócio da primavera, ponto em que o Sol cruza o equador celeste, que coincide com o equador terrestre) e entre os ângulos de $26,5^\circ$ e $32,5^\circ$ em relação ao plano do equador celeste – cada ponto representa uma galáxia e o desvio para o vermelho (do espectro de luz de cada galáxia captado na Terra) indica as distâncias

O mesmo limite (10 eV) pode ser modificado se o neutrino for instável, capaz de decair em neutrinos ou em outras partículas (o que nunca foi observado). Nesse caso, um tema de estudo muito interessante seria a vida média dos neutrinos. Outro ponto intrigante na união da cosmologia com a física de neutrinos é a chamada 'matéria escura' (a que não emite radiação detectável, ou seja, não está na forma de estrelas e outros objetos, inclusive planetas). Acredita-se que existe grande quantidade dessa matéria no universo, e o candidato natural para explicá-la é o neutrino, desde que sua massa seja pequena.

Podemos dizer que nossa galáxia é um exemplar médio do que há no universo. Ela mostra grande concentração de estrelas em uma região denominada disco, imersa em uma área maior, semelhante a uma esfera, chamada de halo. No halo existem alguns aglomerados de estrelas e certa quantidade de gás. O disco tem cerca de 50 mil anos-luz de raio – um ano-luz é a distância que a luz (a 300 mil km por segundo) percorre em um ano – e sua espessura é de cerca de um décimo do raio. As galáxias giram em torno de seu eixo (figura 7), a uma velocidade que pode ser medida da Terra através do chamado efeito Doppler (mudança de cor do espectro de luz emitido pelas estrelas à medida que se afastam ou se aproximam).

Telescópios cada vez mais potentes permitiram mapear o universo, revelando a presença de vazios e aglomerados de galáxias (figura 8). Os aglomerados

não podem ser explicados apenas pela atração gravitacional entre a matéria luminosa. É preciso incluir nos cálculos a matéria escura. Mas como tais regiões se formaram e se mantêm estáveis? Inúmeros cientistas tentam obter uma resposta, através de cálculos teóricos e de simulações (em computador) sobre o efeito da atração gravitacional da matéria escura na época em que os aglomerados surgiram. Esses estudos indicam que, se existisse uma partícula com massa de poucos elétron-volts, seus efeitos gravitacionais poderiam explicar o processo – e o neutrino encaixa-se perfeitamente nesse cenário, embora essa questão ainda tenha vários pontos em aberto.

Cada ponto da fascinante história dos neutrinos, que se mistura com a história da física neste século, abre um leque enorme de implicações e detalhes. Muitos desses pontos continuam a ser pesquisados, e um deles – a determinação da massa dos neutrinos – talvez seja um dos problemas fundamentais da física atual. Os nomes aqui citados compõem, em sua maior parte, uma longa lista de prêmios Nobel de Física. Pauli provavelmente sabia que estava 'inventando' uma partícula estranha, mas é difícil imaginar que soubesse quantas implicações ela traria. Sua 'invenção' ainda será uma grande caixa de surpresas. Se o neutrino tiver massa, os físicos terão que modificar a teoria mais aceita hoje sobre a interação entre as partículas elementares. Mas, tenha massa ou não, o neutrino ainda é um grande desconhecido. ■

Sugestões para leitura

BEYER, R. T., *Foundations of nuclear physics*, Dover Publications, Nova York, 1949.

SUTTON, C., *Spaceship neutrino*, Cambridge University Press, Cambridge (Inglaterra), 1992.

CLOSE, F., *The cosmic onion*, American Institute of Physics, Nova York, 1983.

WEINBERG, S., *Os três primeiros minutos*, Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1980

Na Internet:
www.neutrinos.if.usp.br

SUPER **NEUTRINO**

ELE ATRAVESSA PAREDES

ELE É MISTERIOSO

ELE É INVISÍVEL

ELE É SUPERVELOZ

**50
BILHÕES**

DE PARTÍCULAS ATRAVESSAM
VOCÊ A CADA SEGUNDO

A GUERRA CONTRA PÍON

Pesquisa sem fronteiras

A busca das potências europeias por novos mercados consumidores, impulsionada por uma crise de superprodução no final do século 19, expandiu a cultura daquele continente a outros mundos. Uma das consequências foi a 'mundialização' da ciência e uma alteração de seu perfil. Para melhor compreender essa transferência de conhecimento científico, foi criada, em meados dos anos 80, uma rede mundial de pesquisadores do tema. Coordenador do projeto, o francês Patrick Petitjean, do Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS) de Paris, esteve recentemente no Brasil para ministrar alguns cursos no Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast), no Rio de Janeiro.

culo 19, a relativa independência científica indiana e a até então desconhecida colaboração germânica para a ciência chilena e argentina são alguns exemplos do que já foi pesquisado pela rede.

O estudo da história da ciência em países do Terceiro Mundo passa necessariamente pela discussão de questões políticas. Segundo a historiadora Maria Amélia Dantes, da Universidade de São Paulo (USP) e ex-integrante do projeto, ainda há muitos cientistas estrangeiros defendendo teorias imperialistas que menosprezam a ciência feita nas antigas colônias. No simpósio 'Ciência, Colonialismo, Imperialismo', realizado no Fórum de Ciência e Cultura, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no fim do ano passado, durante a estada de Petitjean, integrantes da rede criticaram algumas dessas teorias consideradas "preconceituosas".

O polêmico 'modelo de Basalla' foi um dos mais debatidos. Publicado em 1967 pelo historiador norte-americano George Basalla – e defendido pelo mesmo ainda em 1995 – o modelo prevê que a produção científica no Terceiro Mundo passe obrigatoriamente por três estágios. No primeiro, cientistas europeus fariam coleta de dados nas antigas colônias e retornariam a seus países de origem para estudar as informações obtidas e elaborar conclusões. No segundo, os europeus treinariam os pesquisadores das ex-colônias, que, na terceira etapa, iniciariam produção científica independente. Essa fase marcaria o começo da importação dos cientistas dos países em desenvolvimento para os centros

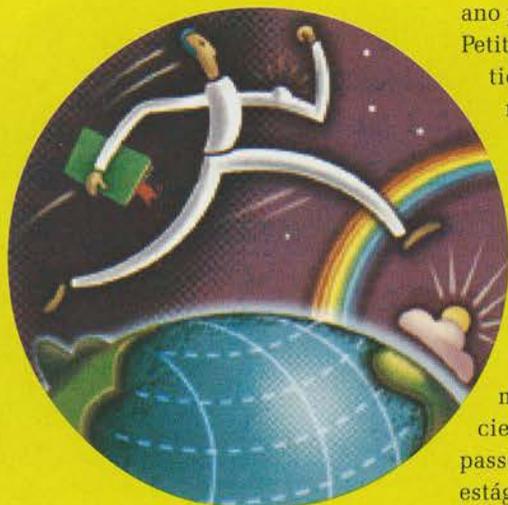
de pesquisa situados na Europa.

Divergente dessa teoria, Petitjean comenta: "o modelo de Basalla é uma transposição do paradigma econômico para a ciência. Os países não devem seguir etapas predefinidas para produzir ciência, nem deve haver um modelo único de produção científica. Cada nação deve construir seu próprio caminho, de acordo com sua realidade socioeconômica".

Outro integrante da rede, o indiano Dhruv Raina, do Instituto Nacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento, de Nova Delhi, Índia, criticou o eurocentrismo do modelo: "Basalla estava tão preocupado com o avanço da dita ciência moderna ocidental ao redor do mundo que se esqueceu que o conceito de ciência muda de cultura para cultura. Além disso, o significado também muda ao longo do tempo em uma mesma sociedade."

Para a rede 'Ciência e Império', os problemas econômicos vividos pelos países do Terceiro Mundo limitam mas não impedem o desenvolvimento científico. "Afim, quem é que vai se empenhar em procurar a cura para doenças típicas em países pobres senão eles próprios?", questiona Petitjean. A historiadora Heloísa Domingues, do Mast, acrescenta: "Na Índia, por exemplo, há uma preocupação séria com a formação do povo. Os cientistas indianos fazem trabalhos em sua própria língua sem se importar em publicar em inglês. E eles já conseguiram alguns prêmios Nobel. Talvez o Brasil devesse, tal como a Índia, seguir seu próprio caminho".

Danielle Nogueira
e Fernando Paiva
Ciência Hoje/RJ



Os pesquisadores que compõem o projeto, chamado 'Ciência e Império', analisam a história da ciência, principalmente nos países do Terceiro Mundo. Um intenso intercâmbio de informações é realizado entre mais de 600 cientistas de 40 países através de simpósios, mesas-redondas, debates pela Internet etc. A influência do positivismo e da cultura francesa no Brasil do sé-

PALEONTOLOGIA Ossos de preguiça e crocodilo gigantes são encontrados na Amazônia

Fósseis na selva

Duas importantes descobertas paleontológicas foram feitas na floresta amazônica em 1998: pela primeira vez no mundo, foram encontradas mandíbulas de uma *Pseudopreotherium venezuelanum*, uma preguiça de 3,5 m. Foi achado também o segundo crânio mais completo de *Purusaurus brasiliensis*, um crocodi-

lo gigante de 8 milhões de anos. Os ossos, ambos do período Mioceno Superior (entre 6 e 10 milhões de anos atrás), foram escavados por uma equipe de paleontólogos da Universidade Federal do Acre (UFAC) na selva da Amazônia.

Os mais importantes sítios fossilíferos da região são o Cachoei-

ra do Bandeira, na fronteira com a Bolívia, e o Niterói, a 20 km de Rio Branco. Os locais ficam às margens do rio Acre, o que permite aos pesquisadores viajar de barco para alcançá-los. As águas do rio, aliás, exercem importante papel na busca pelos fósseis: são elas que escavam a terra. “Não sabemos onde está um fóssil, por isso deixamos o rio fazer o trabalho”, explica Francisco Ricardo Negri, zoólogo e um dos integrantes do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da UFAC.

Como o processo de escavação é natural, os fósseis mais antigos encontrados nos sítios têm em torno de 8 milhões de anos. A exce-



O paleontólogo Ricardo Negri tenta mover o crânio de crocodilo ainda coberto por uma crosta sedimentar

FOTOS CEDIAS POR RICARDO NEGRI



O sítio fossilífero de Cachoeira do Bandeira fica na fronteira entre Brasil (esquerda) e Bolívia (direita)

ção fica por conta da região da serra do Moa, no noroeste do estado, onde, em 1991, foram descobertos dentes de tubarão com mais de 60 milhões de anos, idade referente ao período Cretáceo Superior (entre 65 e 100 milhões de anos).

O trajeto entre a cidade de Assis Brasil e Cachoeira do Bandeira, onde foi descoberto o crânio de crocodilo, pode ser percorrido em menos de quatro horas. As expedições são feitas somente no período de seca, ou seja, entre abril e outubro, quando as águas do rio estão mais baixas.

Com as descobertas realizadas em campo, é possível compreender melhor como era a vida na

maior floresta tropical do planeta milhões de anos atrás. Segundo o professor Edson Guilherme da Silva, pesquisador da equipe da UFAC, "fósseis como o de crocodilo e preguiça gigantes que encontramos este ano reforçam a tese de que a Amazônia era um enorme pântano rodeado de campos com árvores de porte médio". O ambiente era o lar ideal para o

Purussaurus de 15 m de comprimento – o dobro dos maiores crocodilos de hoje em dia. Ainda segundo Edson, as árvores deveriam ser esparsas para permitir a locomoção de seres tão grandes, sendo os campos a vegetação dominante.

Fernando Paiva
Ciência Hoje/RJ

Réplica do crânio de *Purussaurus brasiliensis*



Alguns dos sítios fossilíferos do Acre: 1 - Cachoeira do Bandeira, 2 - Niterói, 3 - barrancas do rio Moa



EDUCAÇÃO Universidade inaugura em Porto Alegre área de exposições interativas, inédita na América Latina

Ciência de portas abertas

O Museu de Ciências e Tecnologia (MCT) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), em Porto Alegre, está com suas portas mais abertas do que nunca e foi invadido por um público heterogêneo e cheio de curiosidade. Uma nova ala, com 12.500 m² e diversas atrações interativas, foi inaugurada em dezembro. Com o novo espaço, o MCT tornou-se o único museu científico interativo em toda América Latina, com um acervo de 5 milhões de peças e 600 experimentos. O objetivo é despertar em crianças e jovens o inte-



Na **caleidosfera**, os participantes têm uma verdadeira aula de educação ambiental. Composta de espelhos, aparelhos de TV especiais, computadores e outros dispositivos que permitem a projeção em forma de esfera, ela apresenta para o público problemas e soluções sobre a conservação da biosfera

resse pela ciência, misturando aprendizagem com diversão.

As atrações e atividades do MCT estão distribuídas pelos cinco pavimentos do prédio 40 do *campus* da PUC, cedido ao proje-

to em 1988. No segundo subsolo está o acervo do museu. Os laboratórios científicos, as oficinas de preparação de coleções científicas e do material a ser exposto ficam no primeiro subsolo. Nos outros três andares e

Provavelmente, este será o aparelho de ginástica do século 21. Idealizado pela Nasa (agência espacial norte-americana), o **giroscópio** atua sobre todos os músculos do corpo humano. O visitante aplica seu peso como motor para realizar diversos movimentos e piruetas. Com 15 minutos de exercícios diários neste aparelho, o usuário chega a perder 7 kg por semana





Nas dioramas são usados artifícios como pinturas e moldagens para representar os ambientes encontrados nos diferentes ecossistemas

mezaninos encontra-se a nova área de exposições, o ponto alto para os visitantes, com experimentos interativos sobre diversos temas: educação ambiental, interações vivas, universo, planeta Terra, paleontologia, dioramas (simulações de ecossistemas), vida, corpo humano, arqueologia, saúde, física, química, matemática, tecnologia, computação e o mundo da criança. Essa área inclui ainda serviços, lanchonete e loja.

Um teatro para 580 pessoas já está disponível ao público, mas outra sala com capacidade para 200 pessoas está em construção. Lá serão apresentadas peças sobre as descobertas de grandes nomes da ciência e demonstrações de eletrostática. “A nossa filosofia

é de crescimento constante, desde o começo”, afirma o diretor, Jeter Bertoletti.

As atividades do MCT são múltiplas e não estão restritas à museologia e às pesquisas científicas. São realizados periodicamente programas de aperfeiçoamento e atualização de professores de ciências e matemática e a capacitação de acadêmicos e profissionais através de estágios. Em 1997 e 1998, 2.500 professores de 1º e 2º graus, de municípios carentes vizinhos a Porto Alegre,

Um pequeno motor de aspirador de pó caseiro permite sugar o ar e levantar uma pessoa até cerca de 2,5 m de altura. O comando deste elevador a vácuo se faz pelo simples fechamento manual de uma mangueira comum



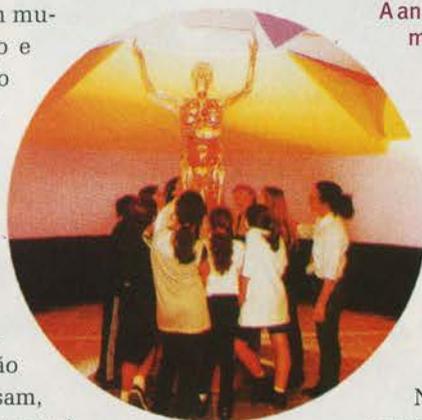
participaram das oficinas pedagógicas. O projeto financiado pela Kellogg e pelo PADCT (Plano de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) do Ministério de Ciências e Tecnologia. Além disso, o MCT faz intercâmbio com mais de 700 instituições do Brasil e do exterior e presta serviços de consultoria a vários grupos econômicos.

O museu publica também quatro revistas aperiódicas, apresentando resultados de trabalhos científicos, com distribuição para universidades e museus. Outra faceta do museu estará brevemente disponível ao público. É o Projeto Sagres (<http://sagres.mct.pucrs.br>), um museu virtual patrocinado pelo RHAE, um programa de capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento tecnológico do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

“Este é um museu complexo e raro no mundo inteiro. Muitos são os museus que fazem exposições e muitos são os que fazem pesquisas, mas poucos são os que pesquisam, expõem e ensinam simultaneamente. Parecidos com este só o Royal Ontario Museum, no Canadá, e a Academia de Ciências da Califórnia, em São Francisco, nos Estados Unidos”, disse Bertoletti.

Embrião há 30 anos

O processo de criação do museu teve início na década de 1960, quando o diretor Jeter Bertoletti, então um estudante de História



A anatomia das mulheres pode ser estudada a partir deste corpo de acrílico transparente, em tamanho natural, que mostra todos os seus órgãos

Natural, decidiu reunir sua coleção particular de zoologia com as coleções didáticas formadas na PUC-RS. Em 1964, Bertoletti se empenhou ainda mais em ampliar as coleções didáticas e científicas usadas em aulas de diferentes disciplinas e, pouco depois, surgiu o Museu de Zoologia, transformado após alguns anos em Museu de História Natural e mais tarde no Museu de Ciências. Em 1988, o museu recebeu seu nome atual e foi lançada a pedra fundamental do novo prédio. Hoje o MCT é um projeto interativo, dinâmico e em evolução permanente.

O museu tem diversas fontes de renda: dinheiro gerado por consultorias e serviços prestados a empresas, como a Ford Brasil, Grupos GEAM, GIDF, Gerasul e Celulose Cambará; US\$ 5,5 milhões arrecadados durante quatro anos com doações internacionais (Vitae e Kellog); verbas governamentais do PADCT (Ministério de Ciência e Tecnologia), além de renda de outras prestações de serviços. Com um gasto acima de US\$20 milhões, o museu recebeu ajuda da mantenedora (União Brasileira de Educação e Assistência) e da PUC-RS. A página na Internet pode ser encontrada no endereço <http://www.pucrs.br/museu>.

Daniela Evelyn
Especial para *Ciência Hoje*/RJ

Neste aparelho é possível **medir a resistência física** a partir de um relógio digital. A pessoa pode testar sua capacidade de se erguer pelas próprias forças ou através de um sistema de roldanas



MEDICINA Novas técnicas cirúrgicas podem substituir transplantes

Esperança de recuperação para o fígado

A escassez de órgãos para transplante poderá deixar de ser, nos próximos anos, um drama para os cerca de 3 mil brasileiros que aguardam a doação de um fígado. Novas técnicas cirúrgicas, capazes de tratar tumores, hemorragias e cálculos hepáticos, estão sendo introduzidas no país, como alternativa à falta de doadores compatíveis, pela equipe do médico Joaquim Ribeiro Filho, responsável pelo setor de cirurgia e transplante de fígado do Hospital Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Uma dessas técnicas, com 21 casos relatados no Japão e 15 na França, foi usada pela primeira vez no Brasil em agosto do ano passado e é considerada uma esperança para pacientes em que o câncer tomou quase todo o fígado. A cirurgia, que leva aproximadamente duas horas e meia e não exige transfusão de sangue, começa com a obstrução da veia porta direita, que vai do intestino para o fígado, no lobo direito do órgão. O processo de obstruir a veia, com um êmbolo, é guiado por tomografia computadorizada. A obstrução induz à hipertrofia do pequeno lobo esquerdo do órgão. Dessa forma, é possível, numa segunda cirurgia, fazer a ressecção de até 80% do fígado afetado pelo tumor.

Já para um paciente com cirrose, em que há risco de vida por causa de hemorragia digestiva, a novidade é a colocação de uma prótese para desviar uma parcela do sangue que vai para o fígado, diminuindo assim a pressão sobre ele. A diminuição da pressão

faz com que desapareçam as varizes do estômago e esôfago, responsáveis pela hemorragia. Como é feita de material sintético rígido – o mesmo empregado em cirurgias de recuperação arterial – a prótese não dá origem a nenhuma obstrução, ao contrário do que ocorria com outros materiais, cuja colocação não garantia a redução da pressão por muito tempo.

O maior benefício dessa cirurgia, ainda pouco adotada no Brasil embora seja conhecida desde 1992, é interromper o processo de deterioração do fígado cirrótico. Cessam as hemorragias e isso garante ao paciente de cinco a 10 anos de sobrevivência. No caso de cirrose causada pelo vírus da hepatite B, a prótese pode ser a única solução, já que o transplante é contra-indicado, pois o vírus voltaria a se instalar, com agressividade até maior, no órgão transplantado.

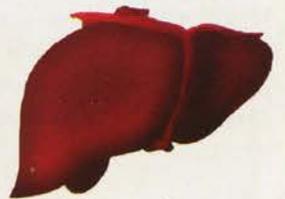
Para Joaquim Ribeiro Filho, doutor em transplantes de órgãos e cirurgia de fígado e residente do programa de transplantes do Hospital Saint Antoine, da Universidade de Paris VI (França) entre 1986 e 1990, as novas técnicas mostram ainda que o fígado, o órgão mais complexo do organismo humano, é tão tratável quanto outros órgãos. Ele deplora que persista, entre os médicos brasileiros, a impressão de que fígado doente não tem tratamento. “Quanto mais tempo se retarda a terapia, mais a doença avança. A verdade, porém, é que quase sempre há como tratar do fígado”, diz Ribeiro Filho.

A importância das novas técnicas cresce quando se sabe que, em todo o mundo, de cada 100 doado-

res potenciais de fígado só 45% preenchem os critérios para um transplante, entre eles o grupo sanguíneo e a relação de tamanho e peso entre o doador e o receptor. Mesmo em países como a Espanha, com excelente sistema de transplantes, faltam doadores. Além do problema da incompatibilidade, uma explicação para essa carência é a existência de melhores recursos para tratar de traumatismos cranianos causados por acidentes, o que resulta em menor número de casos de morte cerebral.

Os cálculos intra-hepáticos, decorrentes de graus avançados de doenças biliares, também já têm tratamento cirúrgico, desenvolvido e usado até hoje só na China e, agora, no Rio. Com a técnica, retira-se primeiro a metade mais afetada do fígado e em seguida todos os cálculos da outra metade. Coloca-se então uma ‘alça’ intestinal ligada aos canais biliares no interior do fígado, com uma extremidade na região subcutânea. Isso tanto permite o escoamento da bile para o intestino quanto a retirada, por endoscopia, de cálculos que venham a se formar no futuro. A ‘alça’ impede a obstrução e torna desnecessárias outras cirurgias de grande porte.

As novas técnicas mostram que o fígado, o órgão mais complexo do organismo humano, é tão tratável quanto outros órgãos



Heliete Vaitsman

Especial para *Ciência Hoje*/RJ

CONGRESSO Cientistas debatem novas formas de prevenção e controle de micróbios que afetam plantas, animais e seres humanos

Em dia com os vírus

Mais de 500 virologistas brasileiros e estrangeiros reuniram-se em São Lourenço (MG) para partilhar descobertas e debater o futuro da disciplina que estudam. No 9º Encontro Nacional de Virologia, promovido pela Sociedade Brasileira de Virologia (SBV), em novembro passado, foram realizadas oito conferências, 13 mesas-redondas e 10 grupos de trabalho, com a presença de 18 especialistas estrangeiros. O Prêmio Hélio Gelli Pereira, concedido ao melhor painel apresentado nos encontros nacionais da SBV, foi destinado a Laura Sichert Gonzalez, por seu trabalho 'Análise de variantes moleculares de

papilomavírus humano do tipo 16 em mulheres de uma área de alto risco para câncer cervical', feito sob orientação de Luisa Lina Villa, do Instituto Ludwig de Pesquisas contra o Câncer. Mais de 350 trabalhos concorreram este ano à terceira edição do prêmio, entregue pelo imunologista Scott Pereira, filho do notável Hélio Gelli Pereira (1918-1994), um dos maiores estudiosos de vírus respiratórios em todo o mundo. A seguir, selecionamos alguns trabalhos apresentados durante o Congresso.

Cobertura de **Bernardo Esteves**
Especial para *Ciência Hoje*/MG

Ao lado, vagens infectadas pelo vírus do mosaico comum da soja

Abaixo, manchas em sementes de soja provocadas pelo vírus do mosaico comum

SERES MICROSCÓPICOS, PREJUÍZO DE MILHÕES

Plantas anãs e pouco vistosas, frutos de má qualidade, queda expressiva da produtividade, sementes manchadas... A ação dos vírus nas lavouras brasileiras é marcante. Só no biênio 1996-97, os vírus provocaram perdas estimadas em R\$ 750 milhões, excluídos os dados relativos à região Norte do país. E as perdas não são apenas quantitativas: o valor nutricional dos alimentos produzidos também diminui.

A cultura que mais sofre com as viroses é a de feijão, que contabilizou sozinha R\$ 295 milhões de prejuízo em 96-97. Seu principal inimigo é o vírus do mosaico dourado, que muitas vezes inviabiliza a segunda safra anual do cereal. As frutas também não são poupadas: a ação da meleira já dizimou lavouras inteiras de mamão. Batata e mandioca (ambas com até 80% da lavoura perdida), tomate (até 60% de perdas) e hortaliças em geral completam a lista das culturas mais afetadas.

Esses dados foram apresentados pelo fitovirologista Álvaro de Almeida, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Para ele, os principais perdedores são os pequenos e médios agricultores, que não têm como absorver os prejuízos.

Algumas medidas de controle já estão sendo tomadas, como a pré-imunização ou o plantio de



mudas ou sementes saudáveis. Mas a indução à resistência genética é, para Almeida, a mais eficaz e interessante dessas medidas, por evitar o uso de pesticidas. Na pecuária a situação não é melhor. Os vírus atacam de maneiras variadas, trazendo prejuízos aos rebanhos brasileiros. Os animais perdem peso, cai a produtividade de carne e leite, aumentam os casos de esterilidade e aborto e a predisposição a infecções secundárias.

A virose que mais perdas causa à pecuária brasileira – a febre aftosa – tem sido razoavelmente controlada. No Brasil, há 124 milhões de bovinos e ovinos vacinados contra a doença, que já foi erradicada no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Mas surtos ainda ocorrem, e a solução menos onerosa muitas vezes é o sacrifício dos animais.



DENGUE: VACINA PARA BREVE

Em poucos anos deverá estar pronta uma vacina contra a dengue, doença que só no Brasil atingiu mais de meio milhão de pessoas em 1998. Em estágio já avançado, o intronizante será produzido pelo instituto francês Pasteur Mérieux Connaught, de Lyon.

A dengue pode ser causada por quatro diferentes sorotipos (1, 2, 3 e 4) do vírus, transmitido ao homem pelo mosquito *Aedes aegypti*. A vacina está sendo criada a partir de cepas atenuadas dos quatro sorotipos desenvolvidas na Universidade de Mahidol (Bangcoc). Já foram produzidas vacinas monovalentes – eficazes contra cada um dos diferentes tipos de vírus – satisfatórias. Também vacinas bivalentes e trivalentes (que protegem contra dois e três diferentes tipos de dengue) já foram testadas e bem aceitas por crianças e adultos voluntários na Tailândia.

O grande desafio tem sido encontrar a fórmula para uma vacina tetravalente, válida contra todos os sorotipos do vírus. As tentativas feitas até agora não tiveram êxito: “Não atingimos ainda um grau de tolerância aceitável”, relatou o virologista Jean Lang. “As vacinas que testamos não provocaram a dengue, mas causaram algumas reações, como febres.” Além disso, também não se obteve ainda uma imunogenicidade satisfatória. Lang conta que as vacinas tetravalentes testadas estão protegendo sobretudo contra o sorotipo 3 do vírus, em detrimento dos demais.

Para se chegar a uma vacina ideal, Lang acredita

que a solução seja alterar a concentração dos diferentes sorotipos de vírus atenuados na composição final. Atualmente, diferentes combinações estão sendo testadas na Tailândia. “Estamos tentando variar as concentrações de maneira extrema para chegar à fórmula ótima.” Quando se chegar a essa combinação, a vacina será testada em maior escala na Ásia e na América Latina. “Em um cenário otimista, acredito que a comercialização possa ocorrer em cinco anos”, diz Lang.

Se essa previsão se confirmar, a vacina poderá conter os avanços de uma doença que assusta os brasileiros na época das chuvas. Desde o primeiro relato de dengue no país, em Roraima, em 1982, 1,4 milhão de casos já foram contabilizados, sendo que mais de um terço dessas notificações ocorreu em 1998. Os estados mais afetados foram Minas Gerais, Paraíba e Pernambuco. Hoje, no Brasil, que responde por 85% dos casos de dengue da América Latina, a doença só não está presente no Acre, no Amapá, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Os números foram apresentados pela virologista Rita Nogueira, do laboratório de flavivírus da Fundação Oswaldo Cruz. Ela lembrou que a prevenção e a vigilância contra o *Aedes aegypti* ainda são a melhor estratégia de combate.



O mosquito da dengue *Aedes aegypti* é o transmissor do vírus da dengue

RESISTIREMOS AO HIV?

O HIV e o sistema imunológico humano podem estar caminhando para uma relação de simbiose. Isso significa que, no futuro, o homem poderá desenvolver maior resistência à Aids, prolongando a esperança de vida dos soropositivos e diminuindo a alta mortalidade provocada pela doença hoje. Essa simbiose seria fruto de algo como uma ‘seleção natural induzida’. Em sua versão clássica, os indivíduos mais resistentes às doenças tendem a viver mais e transmitir seus genes às gerações futuras. Na ‘seleção artificial’, a maior resistência deve-se em grande parte ao desenvolvimento de drogas inibidoras da ação do vírus, como o AZT, que aumentam consideravelmente a sobrevivência dos soropositivos. A possível descoberta de uma vacina contra a Aids nas próximas décadas também contribuiria para desenvolver no homem uma maior aceitabilidade ao HIV.

“A população vai se manter em equilíbrio dinâmico, ainda que dependendo de drogas e outros métodos artificiais.” Quem aposta nessa tendência é o imunologista Scott Pereira, do Imperial College School of Medicine, de Londres. Segundo ele, um indício de que já caminhamos nessa direção seriam as estatísticas apontando uma relativa estagnação no número de vítimas da Aids em alguns países europeus, como a Inglaterra. Pereira acredita poder comparar a Aids hoje à epidemia de sífilis do começo do século. “Naquela época, não havia tratamento para essa doença, e a natureza decidiu quem sobreviveria”, explica.

Mas, assim como o homem deve desenvolver resistência ao HIV, também o vírus pode sofrer mutações para adaptar-se à ação das drogas que o combatem. Para evitar esse risco, é imprescindível que os pacientes que tomam esses medicamentos sigam à risca o tratamento, o que nem sempre é fácil, sobretudo em países mais pobres. Por isso, a maior arma continua sendo a informação e a educação.

Especialistas acreditam que o homem, no futuro poderá desenvolver resistência ao vírus HIV



O diagnóstico que sai da boca

Uma equipe multidisciplinar do Imperial College, de Londres, está desenvolvendo um aparelho revolucionário para a medicina: um analisador de hálito capaz de diagnosticar doenças. O equipamento, que deverá ser comercializado em poucos anos, poderá informar ao clínico geral o que há de errado com o paciente e quais drogas deverão ser prescritas, simplesmente pelo odor da boca. Confiantes no impacto de sua invenção, os cientistas entraram em acordo com a empre-

sa inglesa Boditech, que desenvolverá a máquina portátil. Os pesquisadores acreditam que a descoberta representará uma grande economia, diminuindo os erros nas prescrições de antibióticos, além de reduzir a ameaça das chamadas superbactérias.

Peter Openshaw, especialista em doenças respiratórias e membro da equipe multidisciplinar do Imperial College, interessou-se pela relação entre os odores bucais e diagnósticos depois que trabalhou com um estagiário francês, perito em vinhos. “Ele cheirava uma amostra de saliva e dizia quais as bactérias presentes e os antibióticos que deveriam ser usados”, conta o cientista. Openshaw destaca a versatilidade do novo aparelho: “Não só vai diferenciar um vírus de uma bactéria como também informará ao médico qual o tipo de bactéria presente na amostra e qual o melhor antibiótico a ser usado.”

A detecção de compostos voláteis orgânicos no hálito tem uma longa história. Desde os tempos de Hipócrates (460-377 a.C.), os médicos sabiam que o aroma do hálito humano podia ajudar nos diagnósticos. Um bom clínico geral deve estar alerta ao cheiro de acetona em pacientes com diabetes aguda, ao aroma desagradável de peixe em vítimas de doenças avançadas do fígado, ao odor de urina que acompanha a falência renal e ao cheiro pútrido causado por um abscesso no pulmão.

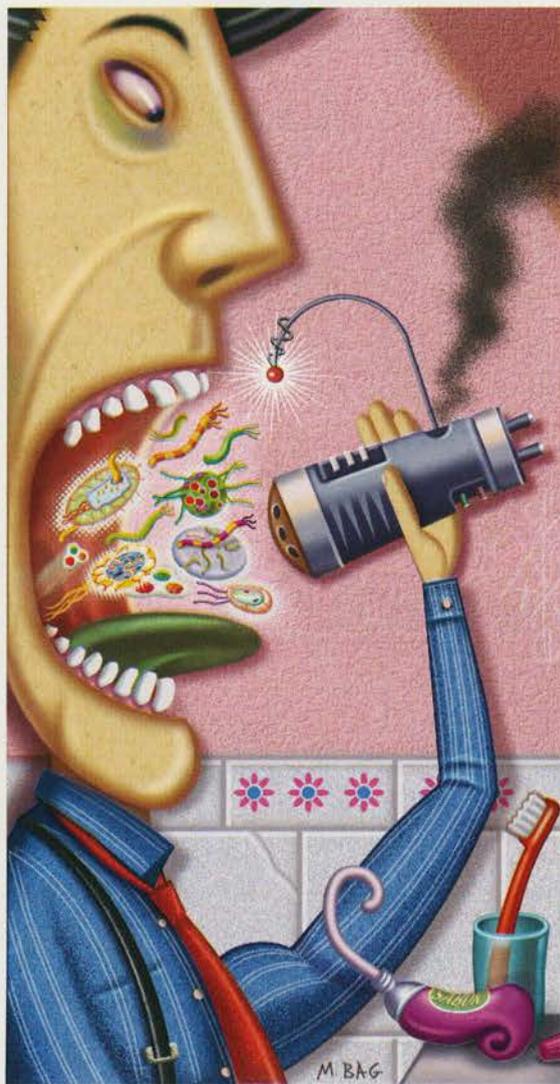
Em 1971, o químico norte-americano Linus Pauling (1901-1994) descreveu um método simples e elegante de microanálise do hálito normal. Primeiro, passou o hálito através da chamada armadilha fria, um tubo de aço inoxidável esfriado com gelo seco.

Depois o condensado foi analisado por cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Pauling observou aproximadamente 250 compostos diferentes. Essa quantidade surpreendente indicou que a composição do hálito humano é bem mais complexa do que era previamente suspeitado.

Outros laboratórios confirmaram os resultados de Pauling e pesquisadores já isolaram cerca de 400 compostos orgânicos voláteis no hálito humano normal. Foi também nos anos 70 que se demonstrou que as moléculas de odor apresentam formas geométricas diferentes, sendo capazes de se ligar a receptores específicos situados na parte superior das vias nasais.

O desenvolvimento do analisador de hálito envolve a replicação dessa habilidade natural em *chips* de computadores e no ‘treinamento’ desses *chips* para reconhecer cheiros específicos. Isto requer mapas detalhados das moléculas dos odores associadas às doenças. Os atuais bafômetros portáteis para testar se foram ingeridas bebidas alcóolicas não ‘cheiram’ o álcool. O hálito do doador é simplesmente oxidado numa célula alimentadora e a corrente elétrica resultante é proporcional à porcentagem de álcool no hálito. Depois de alguns segundos, o aparelho calcula e mostra digitalmente a concentração de álcool no sangue.

Uma das conseqüências mais significativas do novo analisador de hálito será o uso mais racional dos antibióticos. Os casos de superbactérias resistentes a antibióticos são cada vez mais comuns e há temores de que o acúmulo de resistência bacteriana possa deixar a medicina sem armas contra



doenças como tuberculose e meningite ou feridas infectadas. No Reino Unido, o Departamento Nacional da Saúde pediu recentemente aos clínicos gerais para não receitarem antibióticos contra tosse ou resfriados, porque 75% desses casos são provocados por vírus contra os quais os antibióticos são ineficazes.

Médicos estimam que 60% dos 34 milhões de libras inglesas (cerca de R\$ 100 bilhões) gastas anualmente na Inglaterra em antibióticos são desperdiçados em pacientes com resfriados de origem virótica. O novo analisador vai ajudar a impedir o desenvolvimento de superbactérias, reduzindo sua exposição a drogas e limitando sua capacidade de desenvolver resistência.

A equipe do Imperial College espera ter um protótipo do aparelho construído dentro de dois anos para depois começar os testes clínicos. A firma Boditech pretende, por volta de 2002, colocar no mercado os analisadores portáteis por um preço inferior a 100 libras (cerca de R\$ 300). Inicialmente o aparelho será usado para identificar resfriados que respondem ao tratamento com antibióticos. Doenças de pulmões, como asma, também serão alvos da primeira série de desenvolvimento. O novo analisador de hálito pode medir o nível de infecção nos pulmões dos asmáticos, o que permite aos médicos avaliarem a quantidade de esteróides a receitar para inalação.

No futuro, espera-se poder detectar doenças mais graves no fígado ou nos rins. Os diabéticos também poderão se beneficiar com o aparelho: em vez de fornecer amostras de sangue, o paciente poderá ter o nível de açúcar medido apenas soprando em um recipiente.

Paul Wymer

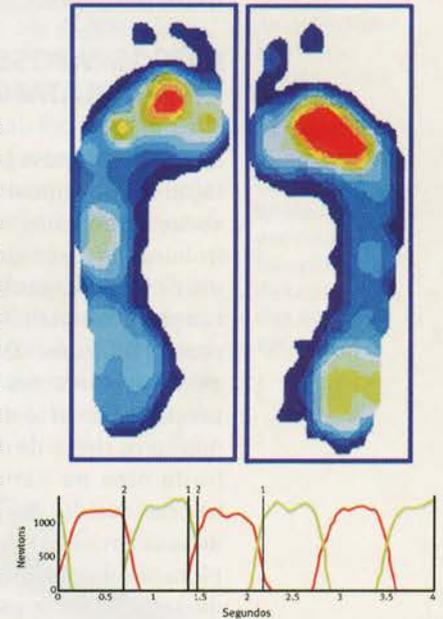
Especial para *Ciência Hoje*/Londres

TECNOLOGIA

NOVO MÉTODO EVITA AMPUTAÇÃO

Depois de três anos de estudo, pesquisadores da Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo (USP) encontraram uma forma de evitar a amputação decorrente da neuropatia periférica, doença que destrói os terminais nervosos dos membros e atinge 50% dos diabéticos, de 10 a 15 anos após o diagnóstico. O método, chamado sistema F-Scan, é uma palmilha adaptada a um sapato bem leve, capaz de avaliar a distribuição da pressão exercida na sola dos pés durante uma caminhada. Os dados são transmitidos ao computador através de quatro sensores colocados na palmilha.

É fácil detectar a neuropatia já que os pontos de maior pressão indicam o início da doença. Normalmente, os pés dos portadores apresentam um pico de pressão duas vezes maior do que os de pessoas saudáveis. Quanto menos sensibilidade nos membros, maior o risco de ferimentos. No caso dos diabéticos, a cicatrização é mais difícil, o que facilita o aparecimento de ulcerações, capazes de desencadear um processo de mutilação. Segundo o professor Alberto Carlos Amadio, coordenador do Departamento de Biomecânica da USP, ainda não existe tratamento clínico para a neuropatia; o que se pode fazer é retardar o processo de mutilação.



BIOFÍSICA

MODELO MATEMÁTICO SIMULA RESPOSTAS DO SISTEMA IMUNE

Um modelo matemático capaz de simular a dinâmica do sistema imunológico foi desenvolvido pelos físicos Rita Zorzenon dos Santos, do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense (RJ), e Américo Tristão Bernardes, do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto (MG). O trabalho, que mereceu destaque em recente edição da *Physical Review Letters*, é o primeiro do gênero realizado no mundo.

O sistema imunológico reúne um grande número de elementos, cerca de 10^{12} tipos de células de defesa (linfócitos), capazes de realizar cerca de 10^{10} diferentes interações entre si ou com substâncias estranhas ao organismo (antígenos), combatidas pelos linfócitos. O desafio de Zorzenon e Bernardes foi reproduzir, numa simulação feita em computador, toda essa imensa rede funcional. "Conseguimos chegar a um modelo dinâmico, que reproduz o 'aprendizado' do sistema imunológico de um indivíduo ao longo de sua vida, diante de agressões, doenças e tratamentos", disse Bernardes. Com esse modelo, é possível prever comportamentos que o sistema imunológico deverá apresentar conforme a história de cada sistema.

Embora não tenha aplicação prática em diagnósticos e exames diretos, o modelo deverá complementar o trabalho de pesquisadores de determinadas doenças ou produtos farmacêuticos, até agora restritos a experimentações parciais *in vitro* do comportamento das células.

NAVIOS 'APOSENTADOS' VIRAM PLATAFORMAS DE PETRÓLEO

Impedidos de navegar pela legislação internacional de proteção ao meio ambiente, os navios petroleiros de casco simples ou navios-cisterna ganharam nova função no Brasil: serão usados como plataformas flutuantes. As novas embarcações de petróleo precisam ter casco duplo para diminuir os riscos de derramamento de óleo na natureza. A Petrobras decidiu reaproveitar 12 de seus navios-cisterna para a exploração de petróleo no mar. A medida vai gerar grande economia: a conversão das embarcações custa cerca de US\$ 200 milhões, enquanto que na constru-

ção de novas plataformas flutuantes semi-submersíveis – usadas para a mesma função – são gastos até US\$ 500 milhões.

Na Bacia de Campos, dois navios-cisterna já estão sendo usados na exploração petrolífera. No entanto, os testes continuam no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), de São Paulo. “Os navios convertidos serão usados por 20 anos. Precisamos saber como se comportarão por todo esse tempo”, explica Kazuo Hirata, pesqui-

sador do IPT. “A embarcação foi projetada para navegar e não para ficar estacionária. Os problemas são associados à forma do casco, ação do meio ambiente – ondas, ventos e correntezas – e ao sistema de ancoragem que mantém a embarcação estacionária”, avisa Hirata. Os testes são feitos em modelos reduzidos dos navios-cisterna nos tanques do IPT.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

OPORTUNIDADES DE FUTURO



C
U
R
S
O
S
O
F
E
R
E
C
I
D
O
S

→ Graduação

- Administração - Empresas Rurais e Cooperativas
- Agronomia
- Engenharia Agrícola
- Engenharia Florestal
- Ciência da Computação
- Licenciatura Plena em Ciências Agrárias
- Medicina Veterinária
- Zootecnia

Vestibular
Inscrições: Abril/Setembro
COPEVE (035) 829-1133
copeve@ufla.br

→ Mestrado - Doutorado

- Administração Rural (MS)
- Agroquímica e Agrobiológica (MS)
- Ciência dos Alimentos (MS/DS)
- Engenharia Agrícola (MS)
- Engenharia Florestal (MS)
- Entomologia (MS/DS)
- Estatística e Exp. Agropecuária (MS)
- Fisiologia Vegetal (MS)
- Fitopatologia (MS/DS)
- Fitotecnia (MS/DS)
- Genética e Melhoramento de Plantas (MS/DS)
- Solos e Nutrição de Plantas (MS/DS)
- Zootecnia (MS/DS)

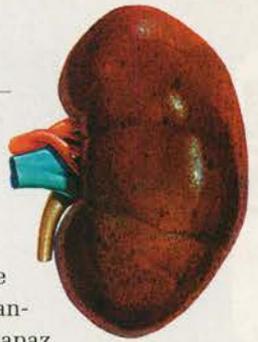
Inscrições: 01/07/99 a 30/07/99
Informações: PRPG
(035) 829-1126
prpg@ufla.br

→ Pós Graduação à Distância (Especialização)

- Administração Rural
- Biologia
- Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade
- Cultura de Tecidos Vegetais: Tecnologia e Aplicações
- Eletricidade Agropecuária - Qualidade e Conservação
- Farmacologia: Atualização e Novas perspectivas
- Fontes Alternativas de Energia
- Fruticultura Comercial
- Gerenciamento de Micro e Pequenas Empresas
- Gestão de Programa de Reforma Agrária e Assentamento
- Informática em Educação
- Informática na Agropecuária
- Manejo de Doenças de Plantas
- Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas
- Máquinas Agrícolas: Projetos, Aplicações e Regulagem
- Matemática e Estatística
- Piscicultura
- Produção de Ruminantes
- Produção de Suínos e Aves
- Produção e Tecnologia de Sementes
- Qualidade Total e Agricultura Empresarial
- Química
- Solos e Meio Ambiente

Matrículas Abertas

(até 26/03/99)
FAEPE - faepe@ufla.br
(035) 821-1418 ou (035) 829-1200
www.ufla.br/faepe/cursos



VIROLOGIA

PESQUISA DETECTA SUBTIPO RARO DE HIV EM MG

Ao estudar a variabilidade do HIV que circula em Minas Gerais, a hematologista Anna Bárbara Carneiro Proietti verificou a ocorrência de um subtipo raro do vírus, que apresenta em sua seqüência genética trechos semelhantes ao subtipo B, o mais comum em nosso meio. Esse resultado, obtido a partir de estudos feitos com doadores de sangue, hemofílicos e portadores de HIV, foi apresentado em sua tese de doutoramento defendida recentemente no Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Classificado como subtipo F, a variedade pode, segundo Anna Bárbara, ser considerada uma recombinação B+F. Diferente dos subtipos correntes nos Estados Unidos, Europa, Ásia e África, esse subtipo só foi descrito até agora no Brasil e na Romênia. A pesquisadora observou também que nem todo reagente-diagnóstico é capaz de detectar todos os tipos de vírus presentes numa amostra de sangue. A detecção de vários subtipos do HIV é, segundo a hematologista, fundamental não só para se ter diagnósticos confiáveis mas também para o desenvolvimento de vacinas antiAids no futuro.

MEDICINA

ÓRGÃOS MAIS CONSERVADOS PARA TRANSPLANTES

Uma pesquisa brasileira pode amenizar o problema da escassez de órgãos para transplantes. Paulo Harald Wächter, do Laboratório de Pesquisa em Biofísica do Instituto de Biociências da PUC do Rio Grande do Sul, está desenvolvendo um composto com adição de frutose capaz de conservar os órgãos por 72 horas, após a retirada dos corpos dos doadores. "As soluções comuns mantêm os órgãos por, no máximo, 48 horas. No Brasil, o método é ainda mais ineficaz. O órgão é lavado e conservado no gelo e só resiste por 20 horas", explica Harald, que desenvolveu o trabalho *Efeito da frutose - 1,6 - bifosfato na preservação de rins de ratos* durante o doutorado.

Foram testados em 1.350 ratos dois tipos de substâncias: uma só com frutose e outra com a mesma composição da solução mais usada no mundo, a Collins, mas substituindo a glicose pela frutose. A segunda apresentou ótimos resultados e os testes com humanos serão iniciados ainda este ano. A frutose - um dos açúcares produzidos pelo organismo que funciona como um regulador metabólico - está sendo testada também para preservar órgãos em casos de acidente vascular cerebral, enfartes e traumatismos. "A frutose está sendo muito estudada em todo o mundo, em alguns anos será a droga do momento. A vantagem é que, por fazer parte de nosso metabolismo, não é tóxica", conclui o pesquisador.

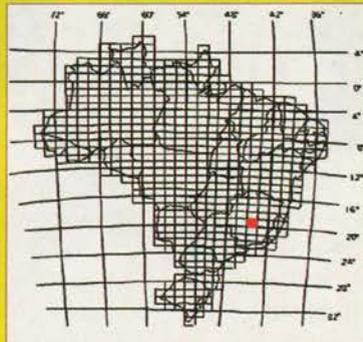
GEOLOGIA

MAPAS GEOLÓGICOS NA INTERNET

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), do Ministério das Minas e Energia, é o primeiro órgão de pesquisa mineral do mundo a disponibilizar na Internet o seu acervo de mapas geológicos. O primeiro passo foi o lançamento, no final de 1998, dos atlas geoambiental e do uso e ocupação do solo de Curitiba, que resultaram de um amplo levantamento da área metropolitana da capital paranaense. O próximo atlas a ser lançado na rede será o de Brasília.

Até o ano 2000, mapas e textos elaborados pela CPRM durante 30 anos de operação, reunindo mais de um milhão de regis-

tros, estarão disponíveis na rede, bem como todo o material antigo da companhia. O custo total do projeto está orçado em R\$ 10 milhões.



Grças a um sistema de acesso personalizado, o usuário poderá, após a consulta, imprimir um mapa georreferenciado por área, assunto ou detalhe. "Quem quiser

pode ter, por exemplo, um mapa dos poços artesianos do estado do Pará", garantem técnicos da CPRM. O endereço de acesso ao primeiro projeto personalizado é www.cprm-sp.gov.br. Mas em breve tudo deverá estar disponível na página da companhia (www.cprm.gov.br).



Após seis anos de trabalho nos laboratórios do Departamento de Fitotécnica e do Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária da Universidade Federal de Viçosa (MG), a engenheira-agrônoma **Elisonete Garcia Lani** conseguiu cultivar *in vitro* uma variedade de rosa (*rosa* sp.) que alcança, em média, 10 cm de altura e dura cerca de 60 dias. A flor propriamente dita tem um ciclo de 15 a 20 dias, desde a emissão do botão floral até a senescência. O crescimento da minirrosas exigiu a preparação, em tubos de ensaio, de um meio de cultura rico em sais minerais, vitaminas e reguladores de crescimento, além de condições assépticas e ambiente controlado. A 'minirrosas *in vitro*' faz tanto sucesso que a pesquisadora está tentando patentear o produto e desenvolver uma embalagem padronizada para lançá-lo no mercado.

Irresponsabilidade teórica e didática

Os livros didáticos sobre a língua portuguesa usados nas escolas brasileiras são tão confusos e incoerentes que prejudicam a compreensão da matéria, deixam alunos e professores inseguros e podem ser responsabilizados pelo sentimento comum de incapacidade diante do idioma. Essa é a constatação de análises feitas em alguns manuais de português da quarta série primária. Por **Pedro Perini-Santos**, aluno de mestrado em lingüística da *Universidade Federal de Minas Gerais*.



O debate sobre a má qualidade dos livros de português usados nas escolas brasileiras, decorrente da incoerência sociolingüística e teórica desses manuais, já é antigo entre os lingüistas. Esse problema não é exclusivo da área da língua portuguesa: ocorre também com livros usados para o ensino de ciências (ver 'O livro de ciências nem sempre é científico', em *CH* n° 32, e 'Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência', em *CH* n° 121).

Os dados apresentados neste artigo baseiam-se na vivência do autor como professor em escola de primeiro grau em Belo Horizonte (MG) e referem-se a livros de uso corrente em 1998. A intenção é demonstrar, com alguma esperança de mudança, como muitos manuais escolares de português publicados por várias editoras para as séries do primário são irresponsáveis e danosos.

Os professores de escolas primárias recebem, encaminhados pelas editoras, livros didáticos candidatos à adoção pelas escolas. A análise aqui relatada incluiu 19 publicações destinadas à quarta série e 10 ao primeiro ano científico recebidas dessa forma pelo autor. Não houve, portanto, uma escolha

tendenciosa dos livros, o que poderia ocorrer se tivessem sido obtidos em livrarias ou em uma biblioteca, casos em que a escolha poderia ter sido afetada por algum tipo de atrativo: ano da publicação, qualidade da capa, autor, editora, preço e outros.

O estudo restringiu-se aos livros da quarta série. Dos 19 recebidos, seis não foram considerados, pois constituem literatura paradidática ou de apoio, que não segue o currículo mínimo e obrigatório do curso primário. A análise foi realizada com base em dois conceitos: a definição de substantivo e a classificação das frases de acordo com a função discursiva. Dos 13 livros analisados, 10 trazem o conceito de substantivo e quatro apresentam também a classificação das frases. Foram excluídos da análise os três que não tratam, nos capítulos dedicados ao estudo gramatical, de nenhum dos conceitos escolhidos.

Registre-se que a avaliação dos livros do primeiro ano do segundo grau não mostrou grandes diferenças em relação ao constatado nos da quarta série. Nos dois casos, os temas analisados são tratados essencialmente da mesma forma.

O conceito de substantivo

Os 10 livros estudados trazem diferentes definições para substantivo:

Palavra que dá nome a pessoas, animais, coisas, lugares e sentimentos	Azevedo, p. 59
Palavra que dá nome a todos os seres: pessoas, animais, plantas, objetos, cidades, sentimentos e ações	Bragança e Carpaneda, p. 86
Palavra que dá nome às pessoas (Batista), às coisas (máquina, robô) e aos lugares (Terra)	Correa e Pontarolli, p. 28
Palavra que dá nome aos seres	Marsico e outros, p. 77
Palavras que dão nome a seres ou lugares	Matiucci, p. 41
Palavra que dá nome aos seres	Miranda, p. 117
Palavra que dá nome aos seres em geral	Moraes, p. 194
Palavra que dá nome a um ser (pessoa, animal ou coisa)	Passos e Silva, p. 226
Classe de palavra que indica pessoa, objeto, animal ou lugar	Sargentin e Fernandez, p. 281
Palavras que dão nomes aos seres reais ou imaginários, como pessoas, animais, coisas, lugares, sentimentos e entidades imaginárias	Siqueira e Bertolin, p. 103

Cada uma dessas definições apresenta diferentes extensionalidades (figura 1). O conceito de extensionalidade, ou extensão, pode ser entendido quando associado ao de 'intensionalidade', ou 'intensão'. O lingüista José Borges-Neto, em estudo de 1991, explica tais conceitos usando como exemplo o adjetivo 'azul': este estabelece uma extensão (a classe de todos os objetos azuis) e tem uma intensão (a propriedade de 'ser azul').

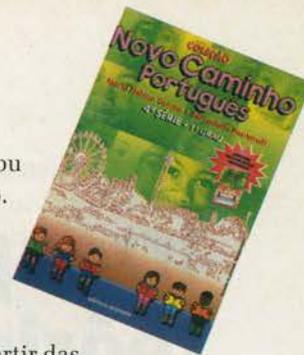
A classe dos substantivos é aquela que comporta sua extensão, ou seja, as palavras que têm a intensão, ou propriedade, de 'ser substantivo'. Os manuais escolares partem basicamente do mesmo conceito. Algo como: "Substantivo é a palavra que dá nome aos seres." De início, destaca-se a imprudência da proposta de que o substantivo "dá nome", como aparece em 90% dos conceitos, e "aos seres", em 70%. Não é fácil definir a relação mundo e palavra, ou realidade e referência. Tal definição exige discussões cuidadosas da filosofia da linguagem e da lingüística.

Aparentemente, as publicações analisadas tentam explicar um conceito muito complexo e mal compreendido ('substantivo') servindo-se de outros conceitos

('nome' e 'ser') que seriam tão ou mais complexos que o primeiro. Explica-se o desconhecido pelo desconhecido, o obscuro pelo obscuro.

Outros comentários, mais descritivos, podem ser feitos a partir das diferentes extensões dos conceitos de 'substantivo'. Observando-se 'a que' o substantivo 'dá nome', percebe-se que as 'categorias' são distribuídas de forma caótica, sem critério algum: pessoas e objetos/coisas (em 70% dos livros), animais e lugares (60%), sentimentos (30%), plantas e ações (apenas 10%). Há ainda extensões curiosas e vagas, como a de que substantivo é a palavra que designa "seres reais ou imaginários (...) e entidades imaginárias" (Siqueira e Bertolin) ou a que dá nome aos seres "em geral" (Moraes).

Com pouca reflexão, professor e alunos percebem que as conceituações são facilmente contestadas com contra-exemplos. No caso da definição de Bragança e Carpaneda, que traz a maior lista de extensões ("palavra que dá nome a todos os seres: pessoas, animais, plantas, objetos, cidades, sentimentos e ações"), os termos 'chuva', 'avenida' ou 'Copacabana' dificilmente encaixam-se em qualquer delas. Já a definição de Siqueira e Bertolin ("palavras que dão nomes aos seres reais ou imaginários, como pessoas, animais, coisas, lugares, sentimentos e entidades imaginárias") não abrange termos como 'ângulo', 'lingüística' e 'natação'.



Livro	Nome	Autor(es)
1	Festa das palavras	Dirce de Azevedo
2	Viva vida - Português	Angiolina Bragança e Isabella Carpaneda
3	Novo caminho - Português	M. Helena Correa e Bernadette Pontarolli
4	Português	M. Teresa Marsico e outros
5	Português - Texto, redação criativa, linguagem crítica	Marta Matiucci
6	Linguagem viva	Cláudia Miranda
7	Língua portuguesa	L. M. Moraes
8	Eu gosto de comunicação - Língua portuguesa	Célia Passos e Zeneide Silva
9	Atividades de Comunicação	Hermínio Sargentin
10	A construção da linguagem	Antônio Siqueira e Rafael Bertolin
%		

O argumento de que a idéia de ‘ser’ já abrange o que não é expressamente citado nas extensões (pessoas, objetos, ações etc.) não é válido. Pôr lado a lado diferentes níveis conceituais constitui ou uma redundância ou uma coordenação semanticamente incoerente. É como a seguinte lista redundante: “Conseguí um autógrafo do Ronaldinho e daquele brasileiro careca que joga no Internazionale de Milão.” Ou estas, com disparidades na coordenação: “Temos comida e macarrão” e “Fazemos pintura de automóveis e de Fiats”.

A classificação das frases

A conceituação das diferentes classes de frases também é muito confusa. Nos quatro livros em que o tema é tratado, as definições e os exemplos são tão ingênuos que sugerem um absoluto desconhecimento, pelos autores, de como a entonação, o contexto da produção (oral ou escrita) e a situação em que se encontram os interlocutores influenciam o significado das frases. A classificação frasal mostra raciocínio simplista e em alguns casos binário (dividindo o conceito em dois elementos opostos) (figura 2).

Tudo se passa como se as funções das frases fossem determinadas por sua acentuação: frase interrogativa é



a que tem ponto de interrogação, imperativa é a que tem ponto de exclamação e assim por diante. Aparecem ainda conceituações ambíguas e contraditórias. Para Sargentini e Fernandez (p. 265), a frase afirmativa “comunica uma informação positiva” (o exemplo dado é “Pitu encontrou o bilhete”), a negativa “comunica uma informação negativa” (“Pitu não encontrou o bilhete”), a interrogativa “comunica uma pergunta” (“Quem encontrou um bilhete?”) e a exclamativa “comunica um sentimento” (“Que bilhete apaixonado!”).

Mas o que significa ‘informação positiva’? Parece difícil aceitar que as frases afirmativas “Astolfo atropelou o cachorro da filha” ou “A fome mata” contemham algum tipo de informação positiva. Da mesma forma, a frase afirmativa “O chefe quer saber quem fumou no elevador” pode ser vista como uma ‘comunicação de pergunta’, definição de frase interrogativa.

Alunos e professores angustiados

A irresponsabilidade e o efeito danoso dos livros são constatados quando se avalia como as confusões conceituais afetam alunos e professores. Alunos da quarta série, com idade em torno dos 10 anos, não têm como entender conceitos tão vagos. Não se pode compreender o que é incompreensível. Apesar das provas e exercícios, os alunos não entendem vários



Figura 1. Extensões dos conceitos de substantivo nos livros analisados (S indica que a extensão está expressa, N indica que não foi incluída)



Edição	dá nome	a seres	pessoas	objetos/coisas	animais	lugares	sentimentos	plantas	ações
São Paulo, FTD, sem data	S	S	S	S	S	N	N	N	N
São Paulo, FTD, sem data	S	N	S	S	N	N	N	N	N
São Paulo, Scipione, 1997	S	S	S	S	S	S	S	S	S
São Paulo, Scipione, 1997 (3ª ed.)	S	S	N	N	N	S	N	N	N
sem local, editora e data	S	S	N	N	N	S	N	N	N
São Paulo, Ática, 1997 (3ª ed.)	S	S	S	S	S	S	S	N	N
São Paulo, Ática, 1996 (3ª ed.)	S	N	S	S	S	N	S	N	N
São Paulo, Editora Nacional, sem data	S	S	N	N	N	S	N	N	N
São Paulo, IBEP, sem data e M. Délia Fernandez	S	N	S	S	S	S	N	N	N
São Paulo: IBEP, sem data	N	S	S	S	S	N	N	N	N
	90	70	70	70	60	60	30	10	10

Livro	Tipo de frase	Conceito	Exemplo
1	afirmativa	quando se afirma alguma coisa	A menina ganhou uma bicicleta.
	negativa	quando se nega alguma coisa	A menina não ganhou uma bicicleta.
	imperativa	quando se dá uma ordem ou se faz um pedido	Papai Noel, traga uma bicicleta para mim (pedido). Saia já daqui (ordem).
4	afirmativa	afirma alguma coisa	A Páscoa foi comemorada com alegria.
	exclamativa	indica uma exclamação (medo, admiração, surpresa, dor, susto)	Que chocolate delicioso!
7	interrogativa	quando apresenta uma pergunta termina com ponto de interrogação	Vamos comigo pegar alguma coisa?
	exclamativa	quando expressa uma emoção termina com ponto de exclamação	Como é gostoso comer jabuticabas fresquinhas!
9	afirmativa	comunica uma informação positiva	Pitu encontrou o bilhete.
	negativa	comunica uma informação negativa	Pitu não encontrou o bilhete.
	interrogativa	comunica uma pergunta	Quem encontrou um bilhete?
	exclamativa	comunica um sentimento	Que bilhete apaixonado!

Figura 2. Classificação das frases, com as definições e os exemplos dos livros analisados

conceitos básicos (para não dizer todos!). Não é por acaso que o científico repete a matéria do primário.

Os alunos sentem-se angustiados e incapazes. Os professores, tensos e confusos. A arbitrariedade atinge níveis constrangedores nas aulas de português, como quando surgem exemplos não abrangidos pelo conceito do manual. Nesses casos, o professor vai pouco além de comentários do tipo: “Isso é uma exceção!”

Por que as editoras publicam livros com tantos erros? Há um círculo vicioso: as publicações didáticas baseiam-se no que exigem os vestibulares e vestibulinhos (concursos de entrada na escola primária), e estes, por sua vez, exigem aquilo que as editoras publicam. E as escolas estão no meio disso.

Cabe aqui um comentário sobre a ausência do ano de publicação em 60% dos livros. Não se trata de simples acidente ou desatenção com os padrões de publicação. A falta de datação dos livros e a ausência, em muitos, de bibliografia, os isenta de qualquer referência temporal e teórica. Ao que tudo indica, a base de um novo livro didático seria um livro imediatamente anterior, corrigido em alguns lugares e atualizado nos exemplos referentes a músicas, a notícias de jornais, a programas de televisão e a histórias em quadrinhos.

A confusão didática influi no julgamento que os alunos fazem de si mesmos. É da impossibilidade de entender a gramática do português na escola que nasce o sentimento comum de desconhecimento da língua. Os fracassos repetidos em redações, exercícios e provas contribuem para esse complexo.

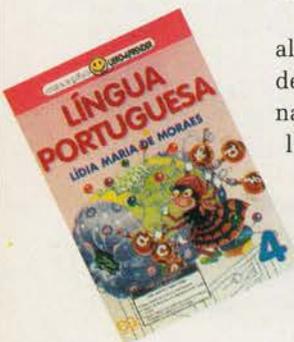
Para aumentar nossa baixa estima patriolin-güística, surgem agora as diárias ‘picuinhas’ dos programas de ‘socorro da língua portuguesa’ da televisão, do rádio e da imprensa escrita.

Regências em desuso ou em modificação, palavras que existem apenas em dicionários ou na literatura antiga e idiosincrasias gramaticais são algumas das pérolas às quais esses comentaristas se atêm. Com frequência, não hesitam em apregoar que, se não tomarmos cuidado, nossa língua perderá a essência, a identidade. Essa é uma postura retrógrada, colonialista e que desconsidera preceitos básicos da teoria lingüística e dos estudos sobre a evolução dos idiomas.

Os problemas com a língua portuguesa e seu ensino no Brasil são bem mais complexos: o currículo é exagerado e mal distribuído, as variações regionais da língua trazem sérias dificuldades didáticas, as incoerências gramaticais e ortográficas exigem uma reforma verdadeira. Em suma, o ensino e a própria língua dita de padrão ‘culto’ precisam de modificações.

Além disso, nosso padrão de correção não é, há um bom tempo, o português de Lisboa. Lingüistas brasileiros e portugueses propõem chamar de idioma ‘brasileiro’ a língua que falamos, denominação justificada por diferenças na pronúncia, no léxico e nas estruturas frasais. A língua é feita por seus falantes.

Enquanto a capacidade cognitiva dos alunos do primário permanecer inibida, os manuais do primeiro ano científico continuarão a ‘explicar’ o que os manuais da quarta série não haviam ‘explicado direito’. As aulas de gramática serão chatas para alunos e angustiantes para professores. O sentimento de ‘incapacidade em português’ perdurará entre as crianças, adolescentes e adultos. Correremos eterna e inutilmente para recuperar uma língua que, entre nós brasileiros, jamais existiu. ■



ZOOLOGIA Cágado consegue viver em áreas degradadas pela ocupação humana

Um sobrevivente em rios poluídos

A capacidade de algumas espécies

animais de sobreviver em ambientes

muito degradados por atividades hu-

manas permite interessantes estudos.

Uma dessas espécies, um tipo de cágado

pouco conhecido, é encontrado nos rios poluídos

que atravessam inúmeras cidades brasileiras.

Saber mais sobre esse animal, sobre sua vida e sua adaptação a condições ambientais

tão ruins é o objetivo da pesquisa que vem sendo realizada no interior de São Paulo. Por **Franco Leandro**

de Souza e Augusto Shinya Abe, do Departamento de Zoologia e Centro de Aqüicultura, da Universidade

Estadual Paulista (Rio Claro).



A degradação ambiental ligada ao constante crescimento da população humana vem gerando um fenômeno interessante: a ocupação de novos nichos ecológicos por diversas espécies animais e vegetais. Em geral, a desordenada ação humana sobre o ambiente torna-se uma grande ameaça para os organismos que ali vivem. Mas, apesar disso, alguns deles têm sobrevivido, mesmo em locais cujas características originais foram quase totalmente alteradas.

Ao explorar com eficiência esses novos nichos – seja em áreas completamente urbanizadas ou em áreas afastadas dos centros urbanos, mas com forte influência humana –, tais espécies acabam tornando-se comuns, entre outros motivos, pela redução da competição. Os animais que vivem dessa forma, em associação com populações humanas ou explorando os recursos 'oferecidos' por elas, formam o que é chamado de comunidade sinantrópica.

Há muitos exemplos de animais silvestres que se tornaram comuns em cidades. Entre as aves podem ser citadas a avoante ou pomba-do-sertão (*Zenaida auriculata*), o pardal (*Passer domesticus*) e o bem-

te-vi (*Pitangus sulphuratus*). Mamíferos como gambás (como os da espécie *Didelphis albiventris*) e morcegos (dos gêneros *Artibeus* e *Myotis*) também convivem com populações humanas. Dos répteis, talvez os mais conhecidos sejam o lagarto-verde (*Ameiva ameiva*) e a lagartixa (*Hemidactylus mabouia*). Outra espécie de réptil, porém, destaca-se na fauna urbana, pelo tipo de ambiente em que vive: é o cágado (*Phrynops geoffroanus*) (figura 1).

Espécie pouco conhecida

Cágados, tartarugas e jabutis pertencem ao grupo dos quelônios. Os jabutis são terrestres, enquanto cágados e tartarugas vivem em ambientes aquáticos, aqueles na água doce e estas tanto em rios e lagos quanto nos mares. As espécies aquáticas fazem incursões em terra apenas para depositar seus ovos ou durante pequenos deslocamentos. Algumas tartarugas da região amazônica são bem conhecidas, como o tracajá (*Podocnemis unifilis*) e especialmente a tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), maior quelônio de água doce da América do

Figura 1. O cágado *Phrynops geoffroanus* é encontrado em rios caudalosos, lagos e açudes, mas também sobrevive em rios urbanos com águas bastante poluídas ▶

Figura 2. Essa espécie é a que tem a maior distribuição na região neotropical, que abrange toda a América do Sul, a América Central e o Caribe



Sul, que chega a medir mais de 80 cm e a pesar 60 kg. No verão, essas tartarugas reúnem-se às centenas, dirigindo-se a certas praias dos rios (os tabuleiros) para a desova, em comportamento chamado 'arrição'.

Embora o estudo de quelônios tenha aumentado no Brasil (o projeto Tamar é um exemplo bem conhecido), nos últimos anos, as espécies associadas a ambientes alterados pelo homem têm merecido pouca atenção, o que torna de grande interesse o estudo de *P. geoffroanus*. Essa espécie é a de mais ampla distribuição na chamada região neotropical, que abrange toda a América do Sul, a América Central e o Caribe. Ocorre da Amazônia colombiana ao Rio Grande do Sul, Uruguai e norte da Argentina, e habita tanto rios caudalosos quanto lagos e açudes.

O tamanho médio (comprimento da carapaça) varia de 20 a 38,5 cm, e o peso dos animais adultos vai de 850 g a 5,9 kg. Esse cágado consome grande variedade de alimentos (é onívoro), de sementes e frutos a peixes e insetos, mas em cativeiro tem hábito de preferência carnívoro. O acasalamento ocorre de dezembro a abril e os ovos (em média 18) são postos entre março e novembro.

Como *P. geoffroanus* é comum na maioria dos rios brasileiros e freqüente em áreas urbanas, seria de se esperar que já existisse amplo conhecimento a respeito da vida dessa espécie em ambientes naturais. Entretanto, as informações disponíveis a respeito da biologia e da ecologia desse cágado foram, quase sempre, obtidas pelo estudo de animais mantidos em cativeiro (figura 2).

A poluição das águas, os desmatamentos, o assoreamento dos rios e outros tipos de degradação ambiental têm provocado, no Sudeste brasileiro, o declínio e desaparecimento de algumas espécies de quelônios. Quase todas as cidades do país são atravessadas por cursos d'água, pequenos ou mais volumosos, canalizados ou não, e a grande maioria (se não a totalidade) está poluída.

Resistente à poluição

A cidade de Ribeirão Preto, a nordeste do estado de São Paulo, é um exemplo. Seus quase 500 mil habitantes (é a oitava, entre as cidades paulistas mais populosas) são uma fonte constante de poluição das águas das dezenas de córregos que cruzam a cidade. Em seus cursos, das nascentes até o local do estudo, tais córregos passam por áreas de cultivo de hortaliças, pastagens e bairros muito populosos, recebendo enorme carga de dejetos e esgotos. Nesse ambiente vem sendo feita a pesquisa, inédita, que visa estudar a ecologia do cágado *P. geoffroanus*.

Os cágados são capturados mensalmente em um ponto situado praticamente no centro da cidade, com redes, puçás e armadilhas especiais, desenvolvidas para essa finalidade. Além de pesar os animais e medir comprimento e largura da carapaça (parte dorsal) e do plastrão (parte ventral) e extensão da cauda, os pesquisadores também coletam outros dados, como alimentação e reprodução.

Para saber o que os cágados comem, faz-se com que regurgitem, injetando-se água em seus estômagos por um tubo plástico. O método não fere os animais. O conteúdo estomacal é coletado em filtro de papel e conservado em álcool para análise posterior, quando serão identificados os itens da dieta. A reprodução é estudada pela observação direta de acasalamentos e pela radiografia de fêmeas (figura 3),

Figura 3. Radiografias, como esta, de uma fêmea carregando 17 ovos (com tamanho médio de 32,6 por 32 mm), permitem investigar o comportamento reprodutivo

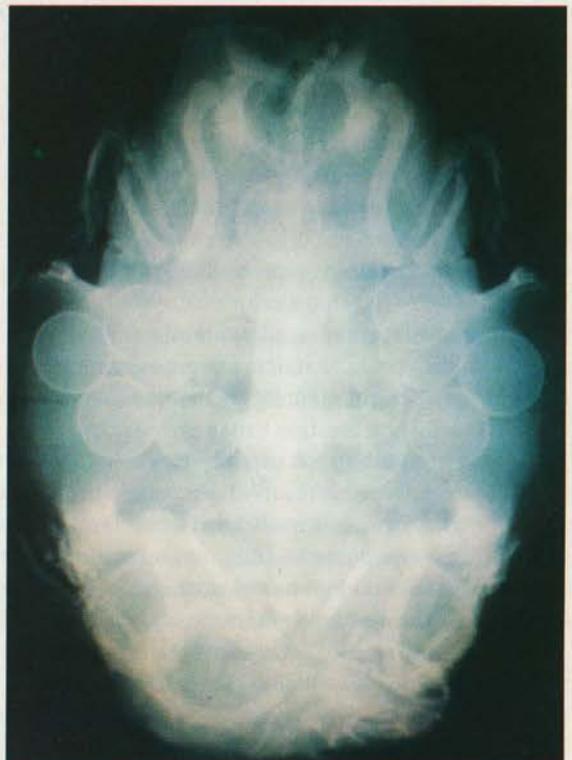


FOTO DE F. L. SOUZA

processo que permite acompanhar, por exemplo, a estação reprodutiva e o número de ovos que cada fêmea pode colocar. A quantidade de radiação não afeta os embriões.

Em todos os animais são feitas ranhuras em pontos específicos da carapaça, marcação que permite a identificação futura, e também são pintados números (figura 4), que facilitam, entre outros estudos, a observação de seus deslocamentos. Já que os animais são liberados no mesmo ponto de captura, os números pintados ajudam a localizá-los e a estimar seus movimentos.

Iniciada em março de 1997, a pesquisa deve estender-se até meados do ano que vem. Até junho último, mais de 180 animais foram capturados, sendo 46% de machos, 37% de fêmeas e 17% de jovens. As fêmeas são maiores e mais pesadas que os machos, e estas têm cauda maior e apresentam uma leve concavidade no plastrão. Análises preliminares dos conteúdos estomacais indicam que esses cágados alimentam-se de larvas aquáticas de insetos (em especial moscas e pernilongos), restos jogados nos rios (pedaços de carne, por exemplo) ou presas terrestres caídas na água (como baratas e caramujos).

Embora a quantidade de animais capturados seja alta, contagens realizadas em um trecho canalizado do rio, ao lado dos locais de captura, indicaram que a população da espécie deve ser grande. Em apenas uma ocasião, foram contados mais de 200 indivíduos em 100 m de rio.

Espera-se que a pesquisa obtenha respostas para algumas questões ainda em aberto sobre a espécie. Entre elas podem ser enumeradas a base da alimentação da espécie em rios poluídos, seu crescimento máximo nessas condições, o tamanho da população, a extensão dos deslocamentos e os pontos em que fazem ninhos.

O cágado *P. geoffroanus* e certas espécies de peixes (carpas, tilápias, bagres) parecem ser os únicos vertebrados capazes de sobreviver em rios poluídos. O grande número de cágados talvez resulte da abundância de alimentos provenientes do lixo orgânico gerado pela população humana, mas a espécie também é favorecida pela ausência de competição e de



Figura 4. Além de ranhuras na carapaça, os cágados são marcados com números, o que permite ver os animais à distância e acompanhar seus deslocamentos

predadores. Os únicos 'predadores' observados são pessoas que tentam – e às vezes conseguem – apedrejar os animais ou capturá-los, como mero 'divertimento' ou para consumo. O rápido aumento do número de cágados parece ser, portanto, reflexo direto da influência humana, favorecendo essa espécie.

A redução da poluição dos rios talvez diminua a densidade de cágados e peixes, permitindo inclusive que essas águas sejam colonizadas por outras espécies menos tolerantes à poluição. De qualquer modo, as espécies que conseguem se estabelecer nesses novos ambientes criados pela ocupação humana proporcionam excelentes oportunidades para a observação dos efeitos dessa ocupação sobre as diversas populações animais. Nesses casos, o objetivo principal não é obter dados biológicos sobre certas espécies para preservá-las, em função da ameaça de destruição do ambiente em que vivem. Ao contrário, a importância do estudo está nas estratégias que tais animais utilizam para sobreviver em ambientes já descaracterizados. ■



José Fernandes do Rêgo

Departamento de Economia, Universidade Federal do Acre

Amazônia: do extrativismo ao neoextrativismo

O extrativismo é apontado às vezes como opção inviável para o desenvolvimento da Amazônia. Tal conclusão apóia-se em uma visão dessa atividade como simples coleta de recursos, o que excluiria técnicas como cultivo, criação e beneficiamento. No caso da região amazônica, essa visão é estreita, pois não leva em conta a cultura das populações locais, que favorece a harmonia com a natureza. Assim, é preciso ampliar essa concepção, admitindo alguma tecnologia e uso dos recursos naturais incluídos no modo de vida e na cultura extrativistas. Surge, com isso, uma alternativa econômica – o neoextrativismo – viável e adequada ao universo amazônico.

A crise ambiental, a universalização da consciência ecológica e a revolução tecnológica deste final de século exigem das sociedades modernas uma nova estratégia: o desenvolvimento sustentável.

Essa nova realidade tem reflexos diretos sobre as alternativas de desenvolvimento da Amazônia. Aqueles fatores, somados ao impacto político dos movimentos ambientalistas das classes médias, assustadas com os efeitos globais da deterioração ambiental, levam o capital internacional e os países ricos à adoção de uma estratégia particular para a Amazônia brasileira, com o objetivo primordial de assegurar a preservação das áreas de maior diversidade biológica.

Pressionado por essa estratégia, pela ação política dos 'verdes' e pelas lutas de seringueiros e índios em defesa de seu modo de vida e sua cultura, o Estado brasileiro 'divide' a Amazônia em duas. A Amazônia Ocidental é vista como área preferencial de preservação, por ter alta biodiversidade (em especial no Acre e no sul do Amazonas). Já a Oriental destina-se a grandes empreendimentos de mineração e metalurgia, sem prejuízo da continuação discreta de projetos agropecuários e agroindustriais.

A revolução tecnológica, no entanto, vem apontando novas opções de uso e valorização econômica para os recursos biológicos das florestas tropicais úmidas. Isso torna necessário repensar o

desenvolvimento da região, principalmente no caso da Amazônia Ocidental. O novo modelo precisa ser coerente com as peculiaridades naturais daquele ambiente e com as aspirações e exigências culturais do seu povo, e deve expressar as novas relações de forças sociais. Esses pressupostos permitem pensar que o neoextrativismo, organizado na forma da produção familiar, seja a estrutura econômica adequada ao desenvolvimento da Amazônia Ocidental.

Certos pontos de vista não aceitam o conceito ou a possibilidade histórica de um neoextrativismo, baseados no senso comum ou em teorias sobre a economia extrativa. Por isso, é necessário aprofundar a discussão sobre o tema.

Destaca-se, entre os poucos estudos teóricos, no país, sobre extrativismo, o do especialista em economia rural Alfredo O. Homma, que aponta, com base na teoria econômica neoclássica, a inevitável extinção da atividade. Homma sustenta que: “A economia extrativa (...) começa pela descoberta do recurso natural que apresenta possibilidade econômica ou útil (...). A seqüência natural é o início do extrativismo como atividade econômica. Em geral, o crescimento do mercado e o processo tecnológico fazem com que seja iniciada a domesticação desses recursos extrativos (...) e com que sejam descobertos substitutos sintéticos.”

Essa interpretação conclui ser impossível superar as condições de atraso da atividade extrativista por meio de um salto de qualidade das forças produtivas (e não só das tecnologias de produção). Isso tornaria a atividade inviável como base para o desenvolvimento da Amazônia.

No entanto, análises que apontam essa ‘extinção’ estão em geral presas ao dilema ‘extrativismo puro’ ou ‘domesticação’. O primeiro termo fundamenta o conceito de extrativismo, entendido – por Homma – como “coleta de produtos existentes na natureza com produtividade baixa ou produtividade declinante”. Toda atividade de cultivo, criação, beneficiamento ou processamento, mesmo integrando um sistema de produção e um modo de vida extrativos, não seria mais extrativismo, mas domesticação. Assim, práticas como adensamento, ilhas de alta produtividade (cultivo de espécies nativas em pequenas áreas cercadas pela floresta) e sistemas agroflorestais verdadeiros (cultivo de espécies lenhosas perenes, na mesma área, em conjunto com culturas agrícolas e/ou criações) não integram o conceito de extrativismo – já seriam domesticação.

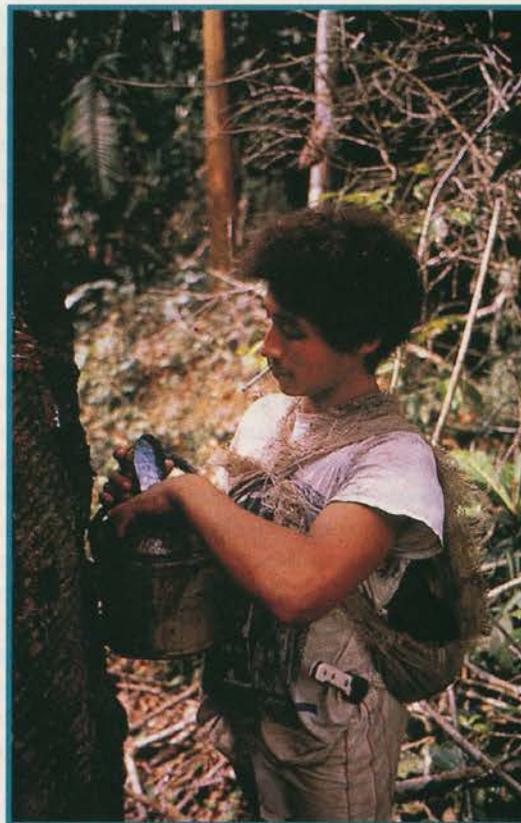
Por essa linha de pensamento, todo manejo de extração seria insustentável. Ou porque a produção do bem elimina o objeto de produção (‘extrativismo por aniquilamento’), ou porque a busca da máxima produção no curto prazo esgota o recurso a médio ou a longo prazo (‘extrativismo de coleta’). Poderia haver equilíbrio se o ritmo de extração igualasse o de regeneração ou de regeneração do recurso, mas esse ponto de vista diz que certos fatores econômicos tornam o manejo insustentável.

Para Homma, “a grande questão é que muitas vezes a prática de manejo ideal do ponto de vista biológico não apresenta viabilidade econômica”.

Essas análises pressupõem, ainda, que o extrativismo tem um atraso tecnológico intrínseco. O uso de tecnologia para beneficiar no local o produto extraído já configuraria outro ‘degrau’, não mais extrativista, da cadeia produtiva. Reduzido ao nível econômico e ao estrito processo de coleta, excluída a elaboração do produto, o extrativismo recebe um tratamento teórico sumariamente economicista – o que leva mais a um preconceito que a um conceito.

Os questionáveis pressupostos economicistas estão na origem dos desacordos sobre a proposta neoextrativista para a Amazônia Ocidental. Por isso é preciso, antes de tudo, esclarecer de que extrativismo se está falando e o que é neoextrativismo.

Neoextrativismo é um concei-



Toda atividade de cultivo, criação, beneficiamento ou processamento, mesmo integrando um sistema de produção e um modo de vida extrativos, não seria mais extrativismo, mas domesticação

to ligado à totalidade social, a todas as instâncias da vida social: a econômica, a política e a cultural. Na dimensão econômica, é um novo tipo de extrativismo, que promove um salto de qualidade pela incorporação de progresso técnico e envolve novas alternativas de extração de recursos associadas com cultivo, criação e beneficiamento da produção.

Mas a caracterização de neoextrativismo deve partir de um conceito mais preciso e adequado de extrativismo. Em geral, o extrativismo é visto como a atividade de coleta de recursos naturais para obter produtos minerais, animais ou vegetais. O conceito de extração, portanto, é amplo em seu objeto, por se aplicar à totalidade do ecossistema natural, e restrito em sua função, por limitar a apropriação dos recursos às qualidades e quantidades dos estoques primitivos, sem intervenção racional para sua ampliação. Tal concepção supõe uma separação entre o homem e a natureza, ▶

ao admitir a existência de áreas naturais intocadas pelo homem.

A situação concreta do extrativismo na Amazônia recomenda a construção de um conceito mais específico. Em primeiro lugar, definir extração como coleta limitada aos estoques naturais reduz a atividade ao extrativismo mineral, à apropriação do meio físico do ecossistema natural (recursos, por natureza, não-renováveis). É preciso, portanto, distinguir extração mineral de bioextrativismo. Este refere-se ao uso econômico da biota, isto é, dos seres vivos (recursos renováveis) dos ecossistemas naturais. Nesse caso, não se pode admitir como objeto uma natureza intocada, já que as florestas são afetadas pelo uso humano.

A própria diversidade biológica resulta, em certa medida, do manejo milenar a que o homem submete os ecossistemas, como afirma Antônio Carlos Diegues no livro *O mito moderno da natureza intocada*. Os deslocamentos de grupos humanos primitivos, por exemplo, disseminaram espé-

cies nativas e introduziram espécies exóticas, e as práticas tradicionais de manejo favoreceram espécies úteis e prejudicaram outras. É enganosa, portanto, a idéia de um extrativismo puro, já que a floresta, como hábitat do homem e por meio dele, sofre constantes alterações.

A especificidade da Amazônia, quanto à intervenção das populações tradicionais nos ecossistemas naturais, é a diversificação do uso dos recursos em sistemas de coleta, cultivo e criação de animais. Tais sistemas de manejo estão fundados na cultura tradicional das populações amazônicas, que favorecem uma relação harmônica com a natureza.

Isso acontece porque as populações que vivem nas florestas têm, em função do relativo isolamento e da forte influência do meio natural, um modo de vida e uma cultura diferenciados. Seus hábitos dependem dos ciclos naturais, e a forma como apreendem a realidade e a natureza é baseada não só em experiência e racionalidade, mas também em valores, símbolos, crenças e mitos. Essa simbiose homem/natureza, presente tanto na prática de produção quanto nas representações simbólicas do ambiente, permite que tais sociedades acumulem vasto conhecimento sobre os recursos naturais.

As práticas – extrativistas e ecológicamente sustentáveis – usadas para explorar os recursos naturais dependem do nível de desenvolvimento das forças

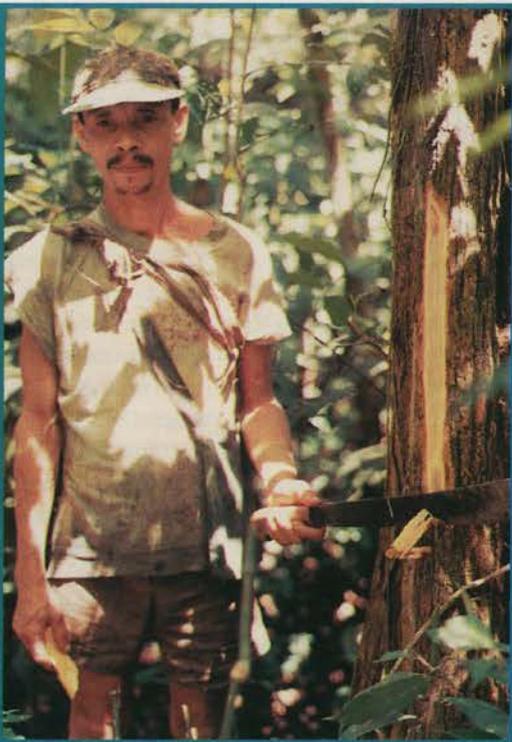
de produção e das formas de organização social, mas são sobre determinadas por elementos culturais. “A organização social e os valores culturais são os principais fatores responsáveis pela degradação do ambiente e não simplesmente a tecnologia”, diz Diegues, citando D. Jansen. Formas de organização social e culturas distintas dão lugar a diferentes racionalidades e representações do ambiente natural.

Seringueiros e índios vêm na floresta a sua morada e a de seus ancestrais, um ambiente conhecido e acolhedor, objeto de seu saber e de suas crenças e fonte de sua subsistência. Já empresários agropecuários vêm um ambiente estranho e hostil, um obstáculo a ser superado para que tenham acesso à fonte de seu lucro. As mesmas razões explicam a existência de três formas de extrativismo: o mercantil-capitalista, o da pequena produção familiar e o comunitário. O primeiro é típico da empresa extrativista (seringal, castanhal etc.) e os últimos são próprios de grupos tradicionais (seringueiros, castanheiros, pescadores, índios etc.).

O que é praticado na Amazônia é o bioextrativismo, vinculado ao tipo de organização social e seu universo cultural específico. A atividade inclui não só o uso imediato (coleta de recursos animais e vegetais), mas também usos mediatos (cultivos, criações e beneficiamento de produtos) da biota, por meio da produção familiar ou comunitária e dentro dos valores e crenças das sociedades que habitam os ecossistemas da região.

Assim, o bioextrativismo das populações tradicionais pode ser definido como a intervenção, na biota dos ecossistemas naturais, pelo homem (componente da biota), baseada na racionalidade da reprodução familiar/comunitária e sobredeterminada por seu universo cultural, fundado na

O novo conceito de extrativismo transcende o nível econômico. Na verdade, a mudança conceitual corresponde às alterações ocorridas no bioextrativismo real: este é, na Amazônia, cada vez mais uma atividade econômica de produtores ‘autônomos’ e de organização comunitária



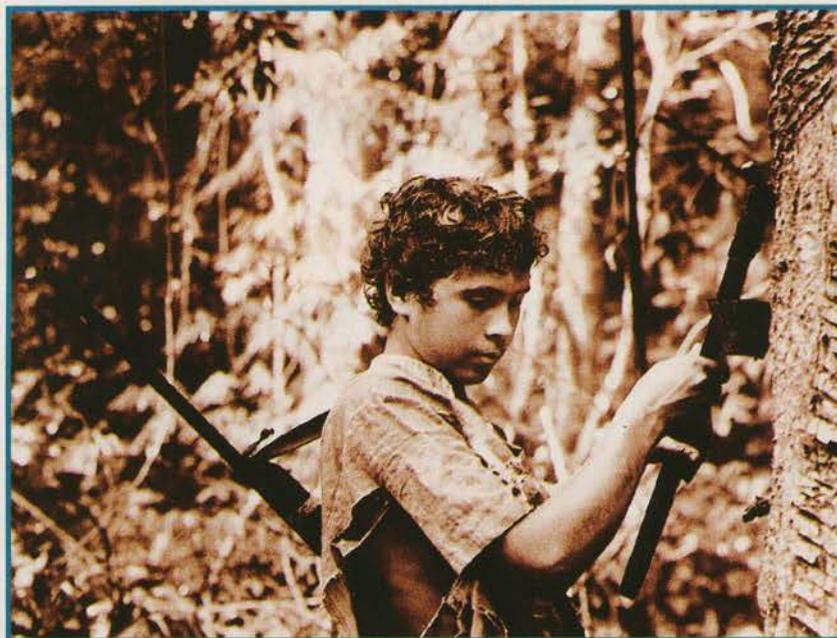
simbiose prática e simbólica com a natureza. Tal intervenção visa produzir biomassa útil e é regulada por sistemas de manejo imediato, associados à introdução e exploração de plantas e animais em níveis pouco intensos, que não alteram substancialmente a comunidade biótica do ecossistema.

Esse novo conceito de extrativismo transcende o nível econômico. Na verdade, a mudança conceitual corresponde às alterações ocorridas no bioextrativismo real: este é, na Amazônia, cada vez

mais uma atividade econômica de produtores 'autônomos' e de organização comunitária. A produção adquire uma nova lógica, diversifica-se, mas se subordina sempre ao universo cultural singular da população extrativista.

É a consideração desse bioextrativismo concreto, de sentido mais amplo, que dá origem e pertinência ao conceito de neoextrativismo, entendido como um ambiente social específico, em simbiose e equilíbrio com a natureza e mais determinado pelo universo cultural do que pelas demais instâncias da vida social. A cultura das populações tradicionais é o cimento que dá unidade ao ambiente social extrativista.

Essa cultura distingue-se pelo modo de vida particular e pela identidade ou auto-reconhecimento do grupo. O modo de vida tem sua matriz na dependência e simbiose com a natureza, no conhecimento empírico e simbólico dos ciclos e recursos naturais, e tal saber é a base dos sistemas de manejo de baixo impacto praticados. A produção apóia-se no trabalho familiar ou comunitário, depende do uso imediato dos recursos, subordina-se aos ciclos



A produção apóia-se no trabalho familiar ou comunitário, depende do uso imediato dos recursos, subordina-se aos ciclos naturais e tem como racionalidade não o lucro, mas a reprodução social e cultural

naturais e tem como racionalidade não o lucro, mas a reprodução social e cultural. Saliente-se, para prevenir reducionismos, que apesar da matriz comum cada grupo tradicional (seringueiros, ribeirinhos, índios etc.) tem características culturais próprias.

Dentro dessa lógica de sobre-determinação cultural, o conceito de neoextrativismo abrange todo uso econômico dos recursos naturais não conflitante com o modo de vida e a cultura extrativistas. No sentido econômico, neoextrativismo é a combinação de atividades estritamente extrativas com técnicas de cultivo, criação e beneficiamento imersas no ambiente social dominado por essa cultura singular.

Portanto, cultivo, criação, artesanato e agroindústria são extrativistas desde que se harmonizem com valores, crenças e costumes da população extrativista e com as características do seu ambiente natural. Entre outros atributos, tais atividades devem: 1) basear-se na exploração de espécies animais e vegetais da floresta; 2) integrar o sistema de valores do trabalhador extrativista; 3) inserir-se na organização do espaço existente no extrativismo;

4) incluir sistema de manejo apoiado em saberes, práticas e tradições do trabalhador extrativista; e 5) harmonizar-se com os hábitos dos processos de trabalho extrativistas.

Nessa ótica, o neoextrativismo envolve os componentes 'agro' e 'florestal', além do extrativismo 'puro'. Mas não estão incluídas a agropecuária e silvicultura modernas, baseadas na revolução verde que acelerou a modernização agrícola, a especialização e o uso de fertilizantes e biocidas no Sudeste e no Sul. Ao contrário, o agroflorestal do neoextrativismo envolve diversificação, consórcio de espécies, imitação da estrutura da floresta e uso de técnicas desenvolvidas pela pesquisa a partir dos saberes e práticas tradicionais, do conhecimento dos ecossistemas e das condições ecológicas regionais.

Essa agricultura e essa silvicultura novas, fundadas nas necessidades, no conhecimento e na pesquisa regionais, estão integradas às peculiaridades dos ecossistemas amazônicos e ao universo cultural dos povos tradicionais da região – seringueiros, índios, castanheiros, ribeirinhos e pequenos produtores agrícolas.

Sugestões para leitura

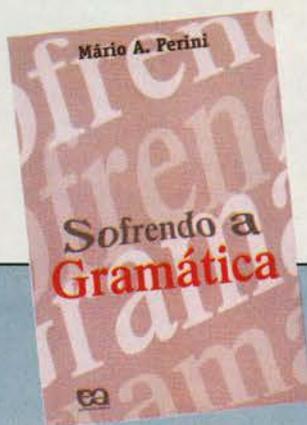
DIEGUES, Antônio Carlos. *O mito moderno da natureza intocada*, Hucitec, São Paulo, 1996.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. *Extrativismo Vegetal na Amazônia - Limites e Oportunidades*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993.

KAGEYAMA, Paulo Y. *Extractive Reserves in Brazilian Amazonia and Genetic Resources Conservation*. Piracicaba, s.n., 1991.

MURRIETA, Julio Ruiz, RUEDA, Rafael Pinzón. *Reservas Extrativistas*. [S.l.]: UICN-CCE-CNPT, 1995.

VIANA, Virgílio M. et alii. *Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Rural Sustentável no Brasil*. [S.l.: s.n.], 1997.



Português sem dor

Sofrendo a gramática — Ensaaios sobre a linguagem

Mário A. Perini

São Paulo, Ed. Ática, R\$ 13,90, 102 p.p.

O título do livro de ensaios de Mário Alberto Perini nos remete aos antigos livros de latim ou grego, como *Le Latin sans peine* (Latim sem sofrimento) ou *Le Grec sans douleur* (Grego sem dor). Quem não sofreu, na época em que o latim era disciplina obrigatória no curso secundário, ao tentar decorar suas declinações e os casos? A dor agora não tem origem no esforço de aprender uma língua distante de nós. Consiste em vencer os obstáculos escolares para 'dominar' o idioma que utilizamos no dia-a-dia, com toda a fluência. E é mais do que comum ouvir a seguinte avaliação dessa dolorida experiência: "Português, eu não gosto não. É muito difícil".

No ensaio que dá origem ao título do livro – 'Sofrendo a gramática (a matéria que ninguém aprende)' –, os motivos para esse estado de coisas são apresentados e discutidos. A situação do chamado ensino do vernáculo é paradoxal, pois o aluno, que, com razão, acha difícil distinguir um substantivo de um adjetivo ou identificar o sujeito de um predicado, é capaz de interpretar em frases do tipo 'Pedro veio hoje, mas ontem ele faltou ao trabalho' que Pedro e ele se referem à mesma pessoa; e em 'Pedro deu o livro a ele', Pedro e ele têm que ser

personas diferentes. Esse descompasso entre o conhecimento implícito que o falante tem de sua língua e o que lhe é ensinado na escola é o tema do primeiro ensaio denominado 'Nossa sabedoria gramatical oculta (que significa "saber português"?).'

Fruto de reflexões feitas no decorrer de uma vida de professor, pesquisador, lingüista e autor de vários livros, esta coleção tem como ponto de partida essa pergunta, cuja resposta tem constituído a base de uma procura sistemática do autor. Sua primeira incursão no tema data de 1985 em *Para uma nova Gramática do Português* (Ed. Ática) e culmina com a *Gramática-Descritiva da Língua Portuguesa* (Ed. Ática, 1995). Escrito em linguagem agradável, a coletânea não se endereça apenas aos professores de português, mas a todos aqueles que, direta ou indiretamente, lidam com o fenômeno da linguagem.

Os temas são tratados de modo instigante e bem-humorado. Os títulos e subtítulos bem o demonstram. 'As duas línguas do Brasil' defende a validade de uma língua falada, posição que constitui um marco divisor entre os gramáticos modernos e os tradicionais. 'Ver ou não ver (verdades e ficções sobre a língua)' demonstra como expectativas prévias

podem levar a interpretações falsas, fazendo-nos ouvir não o que dizemos, mas a imagem escrita que temos das palavras. A incoerência das definições das classes de palavras é o objeto de 'O adjetivo e o ornitorrinco'. O sugestivo 'As gravatas de Mário Quintana' mostra como o conhecimento do mundo é indispensável para o entendimento de uma língua. O autor navega ainda em outros mares, como na relação entre as palavras e as coisas ('Quando um adjetivo é um verbo'), e traça um belíssimo retrato de Capistrano de Abreu ('Um Prometeu da lingüística brasileira'), e de seu trabalho sobre a língua dos Caxinauás.

Ciência Hoje teve, por deferência do autor, a primazia da publicar, em 1992 (vol.14, nº 82), 'O Rock português (a melhor língua para fazer ciência)' e, em 1995 (vol. 19, nº 112), 'Karl Verner, detetive (três momentos na história da lingüística)', o que é indicativo seguro do amplo leque de leitores que *Sofrendo a Gramática* pode alcançar.

Yonne Leite

Professora-adjunta (aposentada),
Museu Nacional, Universidade
Federal do Rio de Janeiro e
pesquisadora-bolsista do CNPq



A colônia em movimento – fortuna e família no cotidiano colonial

Sheila de Castro Faria
(Coleção Histórias do Brasil)

Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira, R\$ 19, 432 pp.

A importância da família na sociedade colonial, a visão do homem como parte dela e não como indivíduo e o comportamento preferencial dos homens coloniais são alguns dos aspectos tratados no livro de Sheila de Castro Faria, escrito a partir de sua tese de doutorado em História, defendida na Universidade Federal Fluminense (UFF). A autora descreve também a vida de homens e mulheres pobres que buscavam uma nova vida no período de ocupação da fronteira agrícola. Em sua pesquisa, a antropologia foi instrumento essencial para perceber os componentes demográficos, sociais, econômicos e mentais da época.

A mente certa

Robert Ornstein

Rio de Janeiro, Ed. Campus, R\$ 29, 196 pp.

De forma fácil e explicativa, este livro fala sobre o funcionamento do cérebro e das funções dos hemisférios. Psicólogo, o autor que estuda há 20 anos o assunto, fez um resumo de suas pesquisas sobre as diferenças entre os lados esquerdo e direito do cérebro. O livro gira em torno do seguinte argumento: o hemisfério esquerdo é responsável por armazenar todos os fatos e estar ligado a todos os detalhes enquanto o direito fornece o contexto, a visão geral do mundo, possibilitando a compreensão do texto. Outro fato curioso abordado é a diferença de organização cerebral entre pessoas destros e canhotos.



Globalização: o fato e o mito

José Luiz Fiori, Maria da Conceição Tavares, Ignacio Ramonet, Robert Castel, Paul Hirst, Robert Boyer

Rio de Janeiro, ed. UERJ, R\$ 16, 240 pp.



Assunto de presença obrigatória em todos os discursos políticos e econômicos da atualidade, a globalização ainda não tem um estatuto teórico, sendo uma palavra com conceito inacabado. Mesmo assim, a globalização é a forma mais fácil de compreender as transformações da economia capitalista desde a crise dos anos 70. A fim de esclarecer tal fenômeno, o NUSEG (Núcleo de Estudos Governamentais – UERJ) e a editora

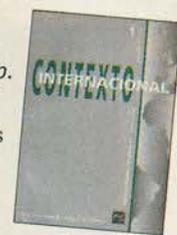
Vozes, de Petrópolis, organizaram o seminário internacional 'Globalização: o fato e o mito'. O livro é a junção das informações transmitidas durante o seminário.

Contexto internacional

Rio de Janeiro, Ed. Imprinta, R\$ 15, 296 pp.

O volume 20 da publicação semestral do Instituto de Relações Internacionais da Pontifícia Universidade Católica (PUC) procura promover o debate acadêmico no campo das relações internacionais e dos estudos comparados.

A revista fala sobre temas como neoliberalismo, globalização, federalismo e uma comparação entre a Europa e a América Latina em relação às teorias de integração monetária e unificação das moedas.



Mana – estudos de antropologia social

Rio de Janeiro, Ed. Contra Capa, R\$ 14, 177 pp.

O número 2 do volume 4 da revista do Programa de Pós-graduação em Antropologia Social do Museu Nacional traz uma entrevista com Claude Lévi-Strauss, um ensaio bibliográfico, artigos de antropologia social e resenhas de vários livros. A revista apresenta e discute pesquisas e trabalhos que favorecem a compreensão e o desenvolvimento dessa área, fornecendo ao leitor maior interação com as questões atuais.



Novos estudos

São Paulo, Ed. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, R\$ 12,50, 216 pp.

A revista número 52 é a reunião de textos de autores como José Arthur Giannotti, Vera Barrouin, Gabriel Bolaffi, entre outros, que abrangem assuntos bastante diferentes: as eleições de 1998, a situação da China em relação à crise asiática, os 50 anos de Israel e a crise mundial são alguns dos temas abordados.



Dialogo

Unesco, México, 32pp

O número 23 da revista traz como discussão principal a Bioética. Entre textos sobre clonagem humana, direitos humanos e a diversidade genética, a revista publica um texto do brasileiro Francisco M. Salzano. Com versões em espanhol e inglês, o exemplar pode ser adquirido pelo endereço: Presidente Mazarik nº 526, 3º piso, Colonia Polanco, CEP 11560, México, D.F.



HÁ 200 ANOS ERA DESCOBERTA A PEDRA DE ROSETA

Chave para os enigmas do Antigo Egito

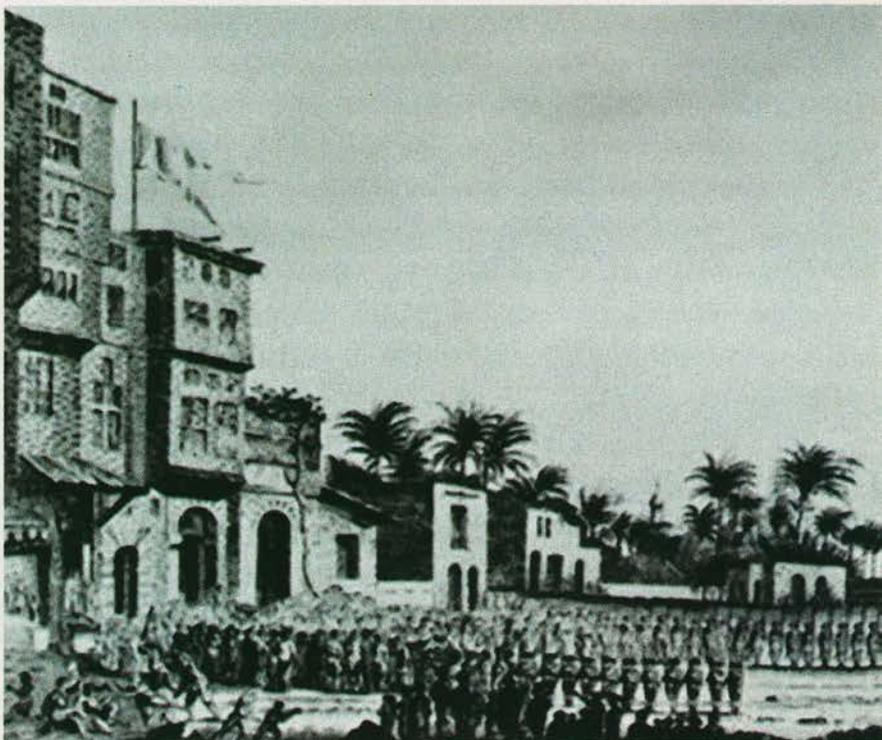
Em 1799, soldados de Napoleão contribuíram acidentalmente para a evolução do conhecimento mundial sobre a cultura do Antigo Egito. O grupo de franceses, enquanto trabalhava na reconstrução de uma fortificação em Roseta (em árabe, Rashid), cerca de 56 km a oeste de Alexandria, no delta do Nilo, encontrou um bloco de basalto negro, com inscrições em egípcio e grego. A peça era a Pedra de Roseta, uma verdadeira chave para a compreensão da civilização egípcia.

Os egípcios nos deixaram inúmeros vestígios materiais de sua cultura, mas nenhum deles foi tão festejado como a Pedra de Roseta. Até a sua descoberta, em 1799, e sua decodificação, em 1822, as escritas egípcias mais importantes – os hieróglifos e o demótico – não podiam ser lidas pelos estudiosos. A Pedra de Roseta traz um decreto emitido em 27 de março de 196 a.C. pelo faraó Ptolomeu V – Epifânio, em comemoração ao primeiro aniversário de sua coroação. Emitido quando o Egito estava sob domínio grego, o decreto foi registrado nas três escritas em uso na época: hieróglifa, demótica e grega. Apesar de governado por uma dinastia grega, o Egito era um país independente, com seus próprios objetivos. Nesse período, era freqüente o registro dos fatos de interesse da população nativa, na forma de proclamações públicas. A mais famosa, sob o prisma dos estudiosos do Antigo Egito, é, sem dúvida, o decreto

preservado na Pedra de Roseta.

Olhando-se a Pedra de Rosetta, pode-se observar as suas três seções distintas: a superior grafada em hieróglifos, a mediana escrita em demótico e a inferior em grego.

A equivalência das três seções permitiu, partindo-se do grego, a decodificação das escritas utilizadas pelos egípcios. A tarefa, no entanto, não foi simples: exigiu muito conhecimento e perspicácia.

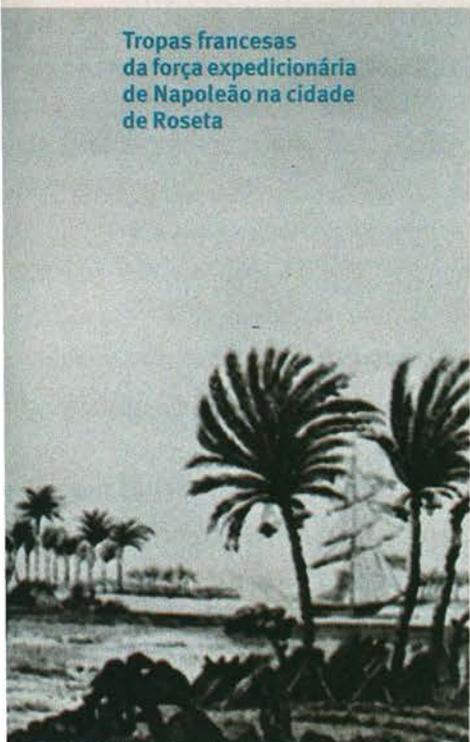


Há 200 anos

Muitos estudiosos do Antigo Egito tentaram decifrar os hieróglifos, mas desistiram frente às dificuldades. Entre eles, o diplomata sueco Johan David Akerblad, conhecido por seus estudos sobre as escritas egípcias, sintetizou a falta de sucesso das inúmeras tentativas em sua declaração de 1802: "Há muito desistimos de decifrar os hieróglifos". Uma das maiores dificuldades era a presença, desconhecida pelos estudiosos, de uma terceira escrita egípcia – o hierático, utilizada pelos sacerdotes – situada entre os textos em hieróglifos e demótico. A constatação desse fato permitiu a Jean-François Champollion (1790-1832) a decifração dos hieróglifos e abriu caminho para o conhecimento pleno das três escritas egípcias.

Os hieróglifos estão presentes em inúmeros objetos, monumentos e templos e são considerados a escrita egípcia mais antiga conhecida.

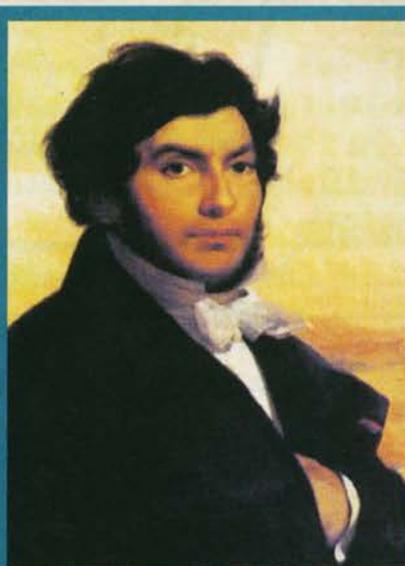
Tropas francesas da força expedicionária de Napoleão na cidade de Roseta



O demótico, por sua vez, é vista como a escrita egípcia mais evoluída, cursiva e popular. Era a escrita mais acessível, possuía um alfabeto e servia às transações comerciais e aos relatos da história do povo.

Com a decifração do decreto de Ptolomeu V, Champollion foi a primeira pessoa em 1500 anos a ler o que os egípcios haviam escrito sobre eles mesmos e sua cultura. Seu feito, mais do que as informações obtidas com a transcrição da Pedra de Roseta, causou efeito bombástico em Paris. Há muito tempo a decifração dos hieróglifos era tida como um grande desafio pelos franceses. A Pedra de Roseta, encontrada por eles, havia sido entregue para as autoridades militares britânicas, quando da assinatura do Tratado de Alexandria (Capitulação), em 1801, e depositada no Museu Britânico, onde se encontra até hoje. Apenas uma cópia, preservada em Paris, serviu a Champollion para seu trabalho.

A decifração da Pedra de Roseta coroou a carreira, já brilhante, de Jean-François Champollion. Considerado genial desde a infância, Champollion com sete anos dominava o latim e o grego e aos 13 anos dedicava-se a aprender árabe, siríaco, caldaico e copta. Com fixação pelo Egito, estudou também o chinês antigo e textos em idiomas remotos, como senda, pálave e persa, para relacioná-los com o egípcio. Com 17 anos, em 1807, traçou o primeiro mapa histórico do Egito e começou a reunir material para o seu primeiro trabalho científico, um livro *O Egito sob os faraós*. Em 1808, apresentou à Academia de Grenoble uma teoria da escrita egípcia e foi eleito por unanimidade seu



“É um sistema complexo, uma escrita ao mesmo tempo figurativa, simbólica e fonética, em um mesmo texto, em uma mesma frase, e eu diria até na mesma palavra”

Jean-François Champollion, em *Grammaire*, sobre os hieróglifos

membro. Na tese defendida por ele frente à academia, tudo quanto se julgava saber na época sobre os hieróglifos caiu por terra. Apenas em 1823, após a decifração da Pedra de Roseta e com a publicação de seu trabalho *Précis du Système Hiéroglyphique*, os hieróglifos puderam ser finalmente lidos e compreendidos.

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje/SP

IMAGINÁRIO EM



A ficção científica (FC) carrega em si mesma uma contradição conceitual. Como poderia ser 'científica' sendo 'ficção'? Essa questão, contudo, nunca preocupou seus autores e muito menos seus leitores. A rigor, poder-se-ia defini-la, como fez o inglês James Graham Ballard – responsável pelos ótimos *Billemium* (1962) e *O mundo de cristal* (1966) –, como uma aventura semiológica: a aventura que se realiza na literatura especulativa do imaginário em transe. Nas palavras dos irmãos Igor e Grichka Bogdanoff, “a literatura experimental do possível”. Há que se acrescentar: trata-se de um ‘possível’ fundado em premissas de conteúdo que, mais do que científicas, são literárias.



Desde os primórdios, no século passado, a FC tem sido a literatura do alumbramento, da utopia (e/ou distopia), da imprevisibilidade narracional, ora voltada para uma vertente mais científicista (do russo-americano Isaac Asimov, 1920-1992), ora para uma vertente mais humanista (do norte-americano Ray Bradbury), ora simplesmente sendo a soma dessas duas vertentes (do também norte-americano Arthur C. Clarke). Se alguns de seus membros são cientistas amadores – nos campos da astronomia, da biologia, da genética etc. –, ou se um e outro apostam intelectual e profissionalmente na ciência, a FC deve ser vista mais e mais como literatura – produção de bens simbólicos, enfim.

Com as novas conquistas tecnológicas, os novos avanços do aparato eletrônico, com o ano 2001 às portas do real nosso de cada dia, estaria a FC superada como projeto literário? Nos últimos anos, a *science fiction* tem investido mais na magia e na fantasia do que nunca; a ‘ciência’ parece coisa do passado. É verdade que, na FC, mesmo em sua vertente mais científicista, a ‘ciência’ sempre foi ideológica (cf. Muniz Sodré. *A ficção do tempo*. Petrópolis: Vozes, 1973). Assim como ideológico era o papel, estereotipado ou

não, do cientista-personagem. A ‘ciência’, aqui, antes surge como o desejo de uma aparência intangível: como seria o mundo se, no futuro, nossos devaneios tecnologizantes se tornassem realidade? Como seria se o nosso medo do desconhecido fosse uma viagem sem retorno? Não nos esqueçamos que em alguns autores (como o norte-americano Robert A. Heinlein) o devaneio assim pensado apenas revelava o lugar de um profundo – e perigoso – autoritarismo político.

Encontro entre linguagens

Se, na literatura, a FC sempre foi o espaço privilegiado do imaginário em transe, do imaginário aberto à leitura poética – e ficamos a nos perguntar se o francês Gaston Bachelard (1884-1962) conhecia seus caminhos criativos (provavelmente, não!) –, em outras áreas da produtividade artística não seria diferente. Como no cinema.

Como nas histórias-em-quadrinhos (HQ).

Só que, no caso dos quadrinhos, pelo menos de forma mais consistente, mais trabalhada exatamente como *ficção científica*, longos anos se passaram antes que houvesse um encontro efetivo entre as duas linguagens. Afinal, ambas surgiram na primeira metade do século passado. E só em 1929, na primeira grande crise do capitalismo (coincidência?!), as HQs se voltariam para a FC: *Buck Rogers*, dos norte-americanos Phil Nowland (1888-1940) e Dick Calkins (1898-1962), com suas aventuras ocorrendo em pleno século 25. (O crítico francês Pierre Couperie identifica uma FC/HQ em 1912: *Perci, brains he has nix*, de H.C. Greening.)

Hoje, o interesse por *Buck Rogers* é mais museológico do que estético; como muitos relatos da FC literária da época, a série envelheceu consideravelmente. E, a rigor, não se trata de uma questão técnica; trata-se antes de uma questão semiótica. Em arte e literatura, sem poesia e sem uma estética mais apurada – como suas relações estruturais fundadas na semioticidade do texto –, nada resiste ao tempo. Depois de *Buck Rogers*, os quadrinhos viram surgir *Brik Bradford*, em 1933, por Clarence Gray e William Ritt: a viagem do tempo – desde H.G. Wells,





TRANSE

Da ficção científica às histórias-em-quadrinhos

um dos principais caminhos temáticos da FC – passa, então a ser uma realidade quadrinhística. Mesmo que não haja, aqui, como nas séries mais conhecidas dos *comics*, a exploração formal de uma de suas possibilidades conteudísticas mais instigantes – a do paradoxo temporal.



Mas o grande marco da FC nos quadrinhos será *Flash Gordon*, do norte-americano Alex Raymond (1909-1956), em 1934. Muito se tem escrito sobre suas previsões tecnológicas, algumas poucas delas aproveitadas em experiências científicas da Nasa, como pistolas de impulso antigravitacional. Entre os romances de cavalaria e a estética da violência, *Flash Gordon* constrói um mundo (Mong) politicamente discutível, já que está à beira do preconceito social em relação à cultura do Oriente. De qualquer maneira, como a imponência gráfica neobarroca que o substancia, *Flash Gordon* é um dos pilares dos quadrinhos norte-americanos, uma de suas melhores séries de aventura. Já a sua pobreza como ficção científica propriamente dita, levando em consideração os valores da época, é cada vez mais indiscutível.

Aventura libertária

Se esteticamente resiste ao tempo, devemos destacar, na obra de Raymond, a semioticidade gráfico-narrativa que faz um quadrinho de alto nível. O mesmo não acontece com outras séries que, em maior ou menor grau, enveredaram pelos labirintos da ficção científica. É o caso do *Super-homem* (1938), dos norte-americanos Jerry Siegel e Joe Shuster, o extra-terrestre mais terráqueo que possamos conceber. Constatamos, então, que os quadrinhos clássicos de FC perderam seu encanto. É verdade. Somente aqueles – como *Flash Gordon* e, em escala mais reduzida, *Brick Bradford* – que primavam por uma certa estesia gráfica voltada para a aventura ainda nos fazem sonhar. E o que seria da FC (nos quadrinhos, no cinema, na literatura) sem a possibilidade do sonho? Sem a possibilidade da fantasia? A FC que fica, sendo aventura semiológica, antes de mais nada é uma aventura libertária no campo da arte e da literatura.

Como nos anos 60, depois do marasmo 'quadrinhístico' da década anterior. As historietas para os amantes da FC – a partir de *Barbarella* (1962), do francês Jean Claude Forest – redescobriram a alegria da figuração narrativa: voltando-se para os adultos, investiram naquilo que o jornalista brasileiro Sérgio Augusto chamou de *fricção científica*. Nunca o erotismo esteve tão evidente. A nova FC nos quadrinhos era decididamente erótica. Ao mesmo tempo que explorava o grafismo de forma mais livre, explorava uma nova consciência em termos científicionais. Afinal, o homem já se prepara para conquistar a Lua; os avanços tecnológicos iriam fazer da nossa 'aldeia global' uma 'aldeia eletrônica'.

Entre o erotismo e o grafismo, a nova FC/HQ perderia a inocência dos velhos tempos (anos 30/40), adquirindo uma consistência temática mais 'adulta', mais 'fantástica', mais 'tribal', e menos 'adolescente', menos 'tradicional', menos 'padronizada', enquanto investia em novas formas estéticas. Daí surgiram nomes como o do norte-americano Richard Corben, do iugoslavo Enki Bilal e dos franceses Nicolas Devil – com *A saga de Xam*, de 1967 –, Philippe Cazamayou, Philippe Druillet e Jean Giraud *Moebius* (o melhor de todos). A FC e o fantástico passaram a ser, então, um só e mesmo planeta gráfico, um só e mesmo universo temático.

Se a FC literária encontra-se em um momento de indefinição semiológica, de indefinição textual, o mesmo não diremos dos quadrinhos de FC: sua ligação com a fantasia – extrapolando a própria literatura fantástica – terminou sendo extremamente produtiva. Que o diga a obra de um Moebius.



Moacy Cirne
Departamento
de Comunicação Social,
Universidade Federal Fluminense

Mais dados sobre celacantos

Li com muito interesse o artigo 'A redescoberta do celacanto' (CH nº 145), e desejei contribuir para o assunto (...). Desenvolvemos, na Argentina, estudos sobre imunização do sapo *Bufo arenarum* com hemácias humanas. A resposta dos animais foi a produção de um anticorpo, denominado antiABHbu, que reagia em diferentes graus reconhecendo os antígenos A, B e H humanos (Palatnik, M. & Caferra, H., *Medicina*, v. 31, p. 309, 1971). No mesmo ano, aprofundi o estudo na Blood Group Unit do Medical Research Council do velho Lister Institute, em Londres. Ao regressar, deixei lá uma amostra do soro imune de anfíbios. Em 1972, a Expedição Celacanto enviou à Blood Unit amostras de sangue (C.I e C.II) de dois espécimes coletados em janeiro e março daquele ano nas ilhas Comores. Testes com reagentes biológicos, destinados a verificar a existência de antígenos humanos nas hemácias desses peixes (Tippett, P. & Teesdale, P., *Vox Sang*, v. 24, p. 175, 1973), observaram uma clara diferença antigênica com o soro do sapo imunizado: as hemácias C.I não foram aglutinadas por ele, mas as C.II foram. Esse fato sugere, segundo as autoras, a presença de grupos sanguíneos em celacantos.

MARCOS PALATNIK
POR E-MAIL

Uma adaptação e não um original

Com respeito à matéria 'O desafio de encarar a platéia', assinada por Suely Sanches, Rosely Sanches e Rosemary Sanches (CH nº 144), tenho a informar que matéria muito semelhante, assinada por James C. Garland, foi publicada na revista *Physics Today* de julho de 1991 (...). Na verdade, em muitos parágrafos do artigo de CH parece ocorrer a tradução literal do artigo da *Physics Today*. O problema se agrava porque CH não cita a fonte (...).

PAULO ROXO BARJA
CAMPINAS, SP

Em resposta, as autoras do artigo esclarecem: "O leitor que reclamou sobre as semelhanças está correto. (...) O texto por nós submetido para publicação foi efetivamente baseado no trabalho de Garland. (...) A última frase desse artigo dizia textualmente: Este texto foi baseado no artigo 'Advice to beginning physics speakers', de James C. Garland, publicado na *Physics Today*, p. 41, em julho de 1991. A justificativa para publicação de um trabalho semelhante é que julgamos o tema extremamente interessante e pertinente. Como professoras universitárias, temos percebido em nossos alunos uma ansiedade e uma insegurança muito grandes, quando solicitados a fazer uma apresentação oral. (...) Consideramos interessante divulgar essas idéias para um público mais amplo, incluindo universitários e estudantes de segundo grau. (...) Fizemos uma adaptação. (...) Entretanto, a versão final do artigo está bastante diferente da original. No processo de revisão e editoração realizado pela revista, alguns trechos foram alterados e outros suprimidos, inclusive a última frase, que mencionava o trabalho de Garland. (...)"

Suely Sanches

✎ N.R.: com efeito, durante o processo de edição, que contou com a apreciação e a aprovação final das autoras da adaptação, a frase que citava o artigo original foi inadvertidamente suprimida. Lamentamos o lapso e a situação provocada por ele.

Onde estão os biodigestores?

Tenho lido vários artigos na CH sobre novas maneiras de tratar o lixo, inclusive um texto muito interessante sobre metais pesados no adubo produzido pela usina de tratamento de lixo da Vila Leopoldina, na cidade de São Paulo. Mas não vi qualquer

referência nesses últimos anos sobre biodigestores, nem na CH, nem em outros veículos de comunicação. Nos anos 70 os biodigestores estavam na moda e muita coisa era dita sobre a produção de energia a partir de biomassa. Agora, não encontro qualquer discussão a respeito. Os biodigestores funcionam bem? Qual seu custo? Vale a pena usá-los? Essas são algumas questões que gostaria de ver discutidas na CH.

FERNANDO ROBERTO MARTINS
POR E-MAIL

✉ A sugestão será atendida em breve.

A emoção de Lévi-Strauss

Enviei ao antropólogo Claude Lévi-Strauss a revista (CH nº 144) com o artigo sobre as imagens inéditas da expedição à Serra do Norte, no Mato Grosso, que ele realizou em 1938, e recebi a seguinte resposta:



"Paris, 5 de janeiro de 1999.

Querida senhora, sua remessa me deixou sensibilizado e agradecido. Foi com muito prazer e um pouco de emoção que olhei essas fotografias. Na entrada de um novo ano, peço-lhe que aceite os melhores votos e a expressão das minhas respeitadas homenagens. Claude Lévi-Strauss, professor honorário do Collège de France."

HELOÍSA M. BERTOL DOMINGUES
MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS
AFINS, RIO DE JANEIRO, RJ

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

VISITE O CAMPO DE EXPLORAÇÃO DA PETROBRAS MAIS PERTO DE VOCÊ.

www.petrobras.com



É UM BOM NEGÓCIO.



A Petrobras coloca qualidade em tudo o que faz. No seu site na Internet não poderia ser diferente.

Tanto que ela conquistou o Prêmio Top de Internet pela qualidade e eficiência do seu site e da sua

Intranet. Você vai verificar isso quando navegar por suas páginas. É nesse campo de exploração que

a maior empresa brasileira destaca os seus produtos e serviços, mostra todas as suas ações corporativas

e operacionais, tanto em âmbito nacional quanto internacional. Estão no site as suas marcas, os seus records,

a liderança em tecnologia de produção em águas profundas, seus projetos sociais e culturais, entre outros

assuntos ligados a petróleo e seus derivados, como business, tecnologia e qualidade.

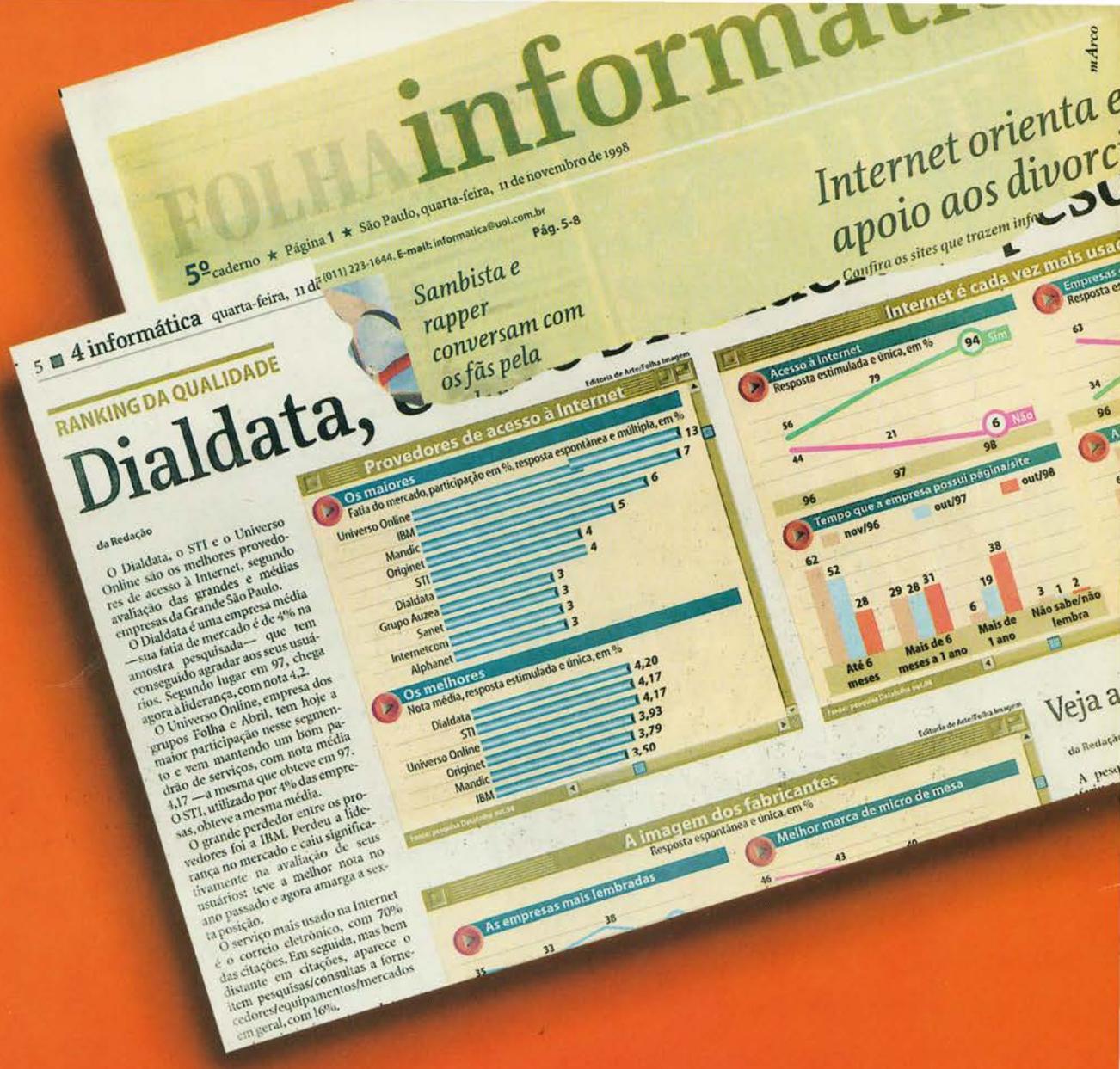
Portanto, o site da Petrobras é uma ferramenta empresarial capaz de antecipar a concretização

de negócios. Site Petrobras. Tão produtivo quanto nossos campos no mar e na terra.



www.petrobras.com.br

QUALIDADE SEM LIMITES. COMPROMISSO PETROBRAS.



NÃO DÁ PARA SER MELHOR.

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

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

RUA BANDEIRA PAULISTA, 716, 1º ANDAR

dialdata
 internet systems