

ciênciahoje

Peixes recifais

Uma riqueza a conhecer



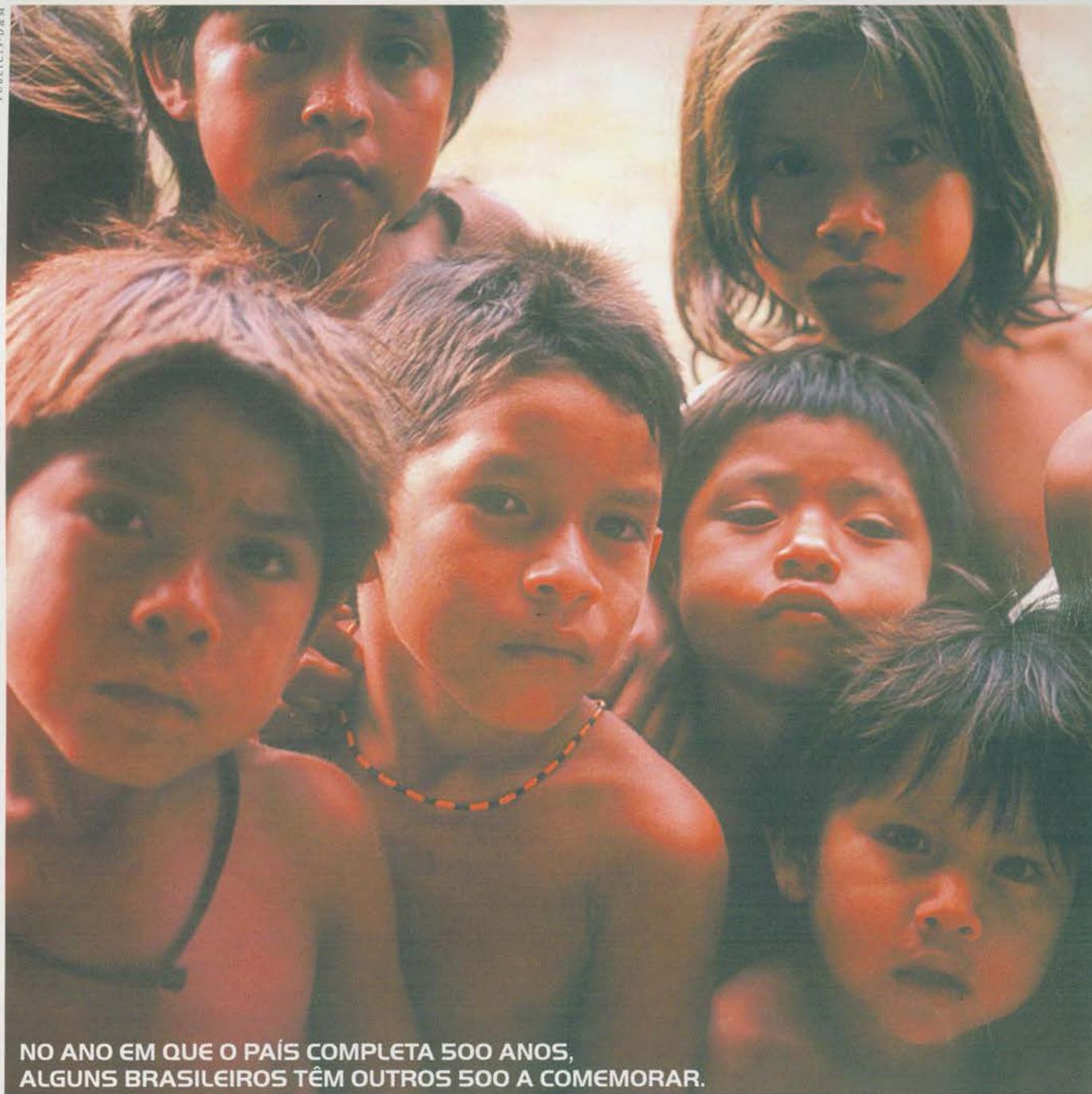
ISSN 0101-8515
9770101851009 00168

**RISCOS DA
REFORMA DO
SETOR ELÉTRICO**

**O VALOR
DO SONO PARA
A MEMÓRIA**

**NO SÉCULO 21,
AINDA EXISTE
TRABALHO ESCRAVO**

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA VOL. 28 Nº 168/ JANEIRO/ FEVEREIRO DE 2001/ R\$ 7,50



**NO ANO EM QUE O PAÍS COMPLETA 500 ANOS,
ALGUNS BRASILEIROS TÊM OUTROS 500 A COMEMORAR.**



Neste ano, os Parakanã estão comemorando um fato especial: o nascimento de Awaxohoma, o 500º índio da tribo. Um feito que só foi possível graças ao Programa Indígena Parakanã, desenvolvido pela Eletronorte e a Funai, que possibilitou a essa comunidade indígena a recuperação de sua saúde, de sua auto-suficiência e, principalmente, de sua taxa de crescimento populacional. Estes índios, que um dia beiraram a extinção, voltaram a crescer 6% ao ano, chegando a mais de 500 indivíduos no ano 2000. A Eletronorte se orgulha em gerar, mais do que energia, qualidade de vida. No que depender de nós, logo teremos outros quinhentos motivos para comemorar.

www.eletronorte.gov.br

**MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA**

Eletrobrás 
Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Eletronorte 
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA

**GOVERNO
FEDERAL** 
Trabalhando em todo o Brasil



Peixes recifais brasileiros: riqueza e diversidade

Apesar do crescente número de estudiosos da ictiofauna marinha brasileira, até há pouco tempo supunha-se que ela era pobre e composta por espécies amplamente distribuídas pela margem ocidental do Atlântico. O aperfeiçoamento dos instrumentos óticos de observação e fotografia e dos equipamentos de mergulho autônomo veio revelar, no entanto, que essa ictiofauna é mais rica e diversificada do que se acreditava. Isso pode ser demonstrado com os peixes que vivem em recifes. Das cerca de 400 espécies de peixes recifais hoje reconhecidas em águas brasileiras, estima-se que mais de 50 são endêmicas, ou seja, só existem aqui. Conhecer melhor tais espécies, e muitas outras ainda por descobrir, é essencial para que o país administre racionalmente essa riqueza, fonte de alimento para a população litorânea, de renda para empresas de pesca e de coleta de peixes ornamentais e de diversão para pescadores amadores e mergulhadores esportivos.

A reforma do setor elétrico brasileiro, ainda em fase de transição, apresenta muitos riscos e incertezas. Ao contrário do setor elétrico de outros países, cujas reformas aconteceram em um ambiente de margem satisfatória de reserva, o nosso passa por transformações profundas, ao mesmo tempo em que necessita responder a um considerável risco de desabastecimento elétrico. Essa questão gera um impasse entre a lógica de longo prazo, que busca em princípio a alocação eficiente dos recursos, e a necessidade de, no curto prazo, resolver o problema do risco de desabastecimento. Nesse contexto, desempenha papel importante o comportamento estratégico dos agentes no novo mercado de energia brasileiro.

Para que serve o sono? Por que devemos dormir? As várias tentativas de respostas para tais perguntas não passam, no fundo, de especulações. A única certeza que temos é a de que, para 'funcionar' bem, precisamos dormir certo número de horas por dia. Pesquisas feitas com animais mostram que, mantidos em vigília, eles não conseguem viver mais que duas semanas. O artigo *Tempo de lembrar* faz uma revisão da biologia do sono e de seus mecanismos e aponta os mais recentes avanços na área. Nesse particular, destacam-se a expressão de genes ligados ao sono, dados moleculares relacionados a desordens do sono e as funções do chamado sono REM — estado em que o corpo parece adormecido mas o cérebro permanece ativo — no processamento de memórias.

A redação

PROJETO CIÊNCIA HOJE

Responsável pelas publicações de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Compreende: revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos) e *Ciência Hoje das Crianças Multimídia* (CD-ROM). Mantém intercâmbio com as revistas *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1193, Buenos Aires/Argentina, tels.: (00541)961-1824/962-1330) e *La Recherche* (Paris/França); e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
ISSN: 0101-8515

CONSELHO DIRETOR

Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF/CNPq);
Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ);
Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ);
Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ);
Fernando Szklo
Maria Elisa da C. Santos
Fernando Szklo
Ciências Humanas – Carlos Medeiros (Instituto de Economia/UFRJ)
Ciências Ambientais – Olaf Malm (Instituto de Biofísica/UFRJ)
Ciências Exatas – Francisco Caruso (LAFEX/CBPF e UERJ)
Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)
Especial 500 anos – Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ)

Secretária
Diretor Executivo
Editores Científicos

CIÊNCIA HOJE • SBPC

REDAÇÃO

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

Alicia Ivanishevich
Juliana Caetano
Ricardo Menandro
Cássio Leite Vieira
Luís Henrique Valdetaro e Mara Figueira
Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Theresa Coelho e Irani Fuentes de Araújo
Joana Angélica d'Ávila Melo (editoração),
Cássio Leite Vieira (edição de texto), Cristina Souto,
Mário Rolim Cândido, Maya Mitre e Teo Araujo (reportagem)

ARTE

Diretora de Arte
Programação Visual
Computação Gráfica

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

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE
Coordenador Científico
Correspondente

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

SÃO PAULO

Correspondente

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

REPRESENTAÇÕES

BRASÍLIA

Coordenadora Científica

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

SALVADOR

Coordenador Científico

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

PUBLICIDADE

Diretor Comercial
Supervisora de Operações
Contato Comercial

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA

PROJETO NORDESTE

Joaquim Barroncas – Tel.: (061) 226-1824/9972-0741, Fax: (061) 226-1824
Rüdiger Ludemann – Telefax: (071) 677.1211

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Pessoal de Apoio

Lindalva Gurfield
Luiz Tito de Santana, Pedro P. de Souza, Ailton B. da Silva, Luiz Cláudio Tito,
Marly Onorato, Neusa Soares e Flávia de Souza

ASSINATURAS

Gerente de Circulação
Assistente
Pessoal de Apoio

Adalgisa Bahr
Maria Lúcia Pereira
Francisco R. Neto, Luciene de Azevedo, Selma Azevedo Jesus, Delson
Freitas, Márcio de Souza, Eliomar Santana e Márcia Silva

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

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

CIÊNCIA HOJE

Redação

Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ
Tel.: (0xx21) 295-4846 – Fax.: (0xx21) 541-5342
E-mail: chojered@sbpcnet.org.br



**Peixes recifais brasileiros:
riqueza desconhecida
e ameaçada 16**

Novas espécies de peixes têm sido descobertas no mar brasileiro, desmentindo uma suposta baixa diversidade do litoral do país. Conhecer melhor essa fauna é essencial para o melhor uso dessa fonte de alimento para a população, de renda para empresas e de lazer para brasileiros e turistas.

Por Ricardo Z. P. Guimarães, João L. Gasparini,
Carlos Eduardo L. Ferreira, Luiz A. Rocha,
Sergio R. Floeter, Carlos A. Rangel e Gustavo W. Nunan



**Incertezas e riscos da reforma
do setor elétrico 24**

Em outros países, as reformas do setor elétrico foram feitas com um mercado maduro e capacidade de geração de energia superior à demanda. No Brasil, ao contrário, as mudanças vêm sendo realizadas enquanto o país corre sério risco de uma crise de abastecimento.

Por Alexandre S. Szklo e Ricardo G. de Oliveira

**ATENDIMENTO AO ASSINANTE
E NÚMEROS AVULSOS**
TEL.: 0800 264846
CH on-line:
<http://www.ciencia.org.br>
assinach@sbpcnet.org.br



Programa de Apoio a Publicações Científicas
MCT CNPq FINEP



Tempo de relembrar 32

Sabe-se que nosso organismo, para funcionar, precisa dormir algumas horas por dia, mas ainda se discute quais seriam as reais funções do sono. Agora, estudos genéticos e moleculares mostram que, entre outras coisas, o sono parece estar envolvido no processamento da memória.

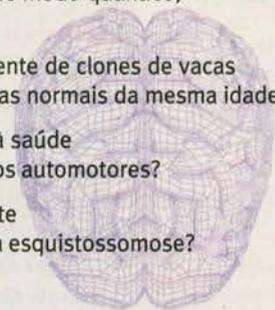
Por Raphael Pinaud, Samuel Deurveilher e Kazuê Semba



Capa: *Haemulon squamipinna*, foto L. A. Rocha

O LEITOR PERGUNTA

- É verdade que o cérebro funciona de modo quântico, graças aos microtúbulos neurais? 4
- Por que células retiradas recentemente de clones de vacas parecem mais jovens que as de vacas normais da mesma idade? 4
- A fumaça de cigarro é mais nociva à saúde que os gases lançados pelos veículos automotores? 5
- Como atua a niclosamida no combate ao caramujo hospedeiro do vetor da esquistossomose? 5



ENTREVISTA

José de Souza Martins
A escravidão contemporânea



8

MUNDO DE CIÊNCIA

Um mecanismo molecular para as conexões entre os neurônios 12

EM DIA

- Séculos de criatividade 40
- Em busca de novos medicamentos 42
- Sumidouros de carbono 44
- Carroça ecológica 46
- Arma contra o mal de Chagas 48



OPINIÃO

Os manguezais de Guapimirim: perdas e ganhos nos últimos 20 anos 52

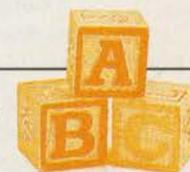


PRIMEIRA LINHA

- Oceanos: fonte de alimentos para o século 21 54
- Pólen, paisagens e pré-história americana 57
- A vida secreta das esponjas 60

ENSAIO

No fascínio do jogo, a alegria de aprender 64



RESENHA

Uma visão antropológica do conhecimento científico 68

MEMÓRIA

Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações 70



ÍNDICE DO VOLUME 28

74

CARTAS

80

? É verdade que o cérebro funciona de modo quântico, graças aos **microtúbulos neurais**?

NELSON JOB, POR E-MAIL

Os microtúbulos neurais são estruturas de forma tubular formadas por polímeros da proteína tubulina e outras proteínas associadas a ela. Esses 'tubos' formam uma rede no citoplasma de todas as células eucarióticas, ou seja, as que têm núcleo definido. Nos neurônios, os microtúbulos estão envolvidos em diversas funções, como transporte de vesículas e crescimento de prolongamentos (axônios). O que tais estruturas têm a ver com a teoria quântica, que descreve as propriedades das unidades fundamentais da matéria, como a dualidade onda-partícula, presente apenas em escala subatômica? Recentemente, o matemático norte-americano Roger Penrose propôs que a consciência seria um 'atributo' (algo inerente, e não adquirido) da matéria, dependente das propriedades das partículas fundamentais.

Segundo essa teoria, a convergência de um conjunto de ondas-partículas quânticas levaria a um estado coerente, que se manifestaria em nível macroscópico, de modo semelhante ao que se observa em fenômenos físicos como supercondutividade, condensado Bose-Einstein e emissão de raios *laser*. Penrose, junto com o anes-

tesista norte-americano Stuart Hameroff, sugeriu que a estrutura regular (polimérica) dos microtúbulos poderia levar a uma convergência similar que extrapolaria o nível subatômico e se expressaria como uma experiência consciente. Achou complicado e implausível? Você não está só. Os críticos da proposta argumentam que ela se apóia em pontos ainda obscuros da teoria quântica (como a gravitação quântica) e que o microambiente dos neurônios (onde ficam os microtúbulos) não seria apropriado para a ocorrência de fenômenos como esses. Ou seja, essa é uma idéia muito controversa e ainda sem comprovação satisfatória. No entanto, ela permite algumas previsões que podem ser testadas experimentalmente e traz uma nova explicação para a natureza da consciência, diferente das explicações de outras teorias sobre esse fenômeno.

João Ricardo Lacerda de Menezes e Flávia Carvalho Alcantara Gomes

*Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

? Diferentemente dos sinais de envelhecimento nas células da **ovelha Dolly** (iguais aos das células da doadora), um experimento mostrou que as células retiradas de seis **clones de vacas** parecem mais jovens do que as de vacas normais da mesma idade e até de bezerros recém-nascidos. Por quê?

FREDERICO WERTHER, SÃO LEOPOLDO/RS

A clonagem de bezerros, divulgada na *Science* de 28 de abril deste ano, revelou que, ao contrário das células da ovelha Dolly, houve uma 'recalibração' do relógio nas células do bezerro. Ou seja, o número de vezes em que as células somáticas do doador dividiram-se em cultura não afetou a expectativa de vida dessas células nos organismos clonados. Esse reajuste indica que o programa de divisões celulares foi zerado a partir da transferência nuclear, provocando um aumento no tamanho dos telômeros (extremida-

des dos cromossomos capazes de se estender antes de cada replicação do DNA, para que a nova cópia tenha o tamanho original) dos animais clonados. No caso dos bezerros clonados, o tamanho do telômero era maior que o de animais com idades comparáveis.

O resultado sugere que, se de fato o tamanho do telômero regula o número de divisões das células somáticas, os bezerros clonados viverão mais do que os animais-controle. Não há explicações para a discrepância entre esses resultados e

aqueles obtidos com a ovelha Dolly. Entretanto, os autores consideram várias possibilidades: as diferenças das espécies clonadas, as técnicas de transferência nuclear distintas e os tipos de células do doador. Mas a segunda hipótese merece alguns comentários.

No caso de Dolly, antes da transferência, as células doadoras tornaram-se quiescentes (em estado de dormência) em cultura, através da inanição – retirada de nutrientes do meio. É como se estivessem hibernando. Já as células doadoras dos

? A fumaça de cigarro é mais nociva à saúde do que os gases lançados pelos veículos automotores?

LUIZ CARLOS LOVATO CAVALCANTI, POR E-MAIL

A poluição urbana é um sério problema, sobretudo no que diz respeito aos gases emitidos pelos automóveis. Durante a Eco-92, os Estados Unidos não assinaram o protocolo final relativo ao assunto, porque isso implicaria a redução do número de veículos automotores. Mas, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), um dos maiores poluentes urbanos é o cigarro, já que muitas vezes sua fumaça é liberada em ambiente fechado. Os alvéolos pulmonares – que permitem a troca de oxigênio e gás carbônico, além de proteger o organismo contra a entrada de substâncias tóxicas – são os que sofrem os maiores danos causados pelos 1.200 tóxicos já isolados do cigarro. Como os alvéolos ficam lesados, o fumante é mais sensível a quaisquer poluentes do que um indivíduo normal. É por isso que o fumante corre maior risco de contrair um câncer, em qualquer parte do corpo, do que um não-fumante.

De acordo com a OMS, 30% dos cânceres são causados pelo cigarro. Normalmente, antes de alcançar os alvéolos, o ar entra pelas fossas nasais, atravessa os seios nasais e desce pela laringe. Mas o fumante ignora tudo isso e aspira a fumaça pela boca. Além de suicida, ele é também incendiário e criminoso. Incendiário porque, ainda segundo a OMS, um terço dos incêndios no mundo são causados por cigarros; criminoso porque envenena o meio ambiente, predispondo indivíduos normais a câncer e afecções respiratórias, entre outros males.

Enio Cardillo Vieira

Departamento de Bioquímica e Imunologia, Universidade Federal de Minas Gerais



CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

bezerros tornaram-se senescentes, ou seja, dividiram-se muitas vezes em cultura, o que pode inibir a produção de certos fatores importantes para o processo de reajuste da telomerase, que produz o encurtamento gradual dos telômeros a cada divisão. Provavelmente, o período relativamente longo em cultura (que provoca a senescência) foi importante para zerar o relógio, gerando telômeros maiores e, conseqüentemente, a potencial longevidade das células descendentes das precursoras senescentes. Já a inanição usada para induzir as células de Dolly teria preservado esses fatores, permitindo o encurtamento gradual dos telômeros.

Franklin Rumjanek

*Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro*

? Como atua a niclosamida no combate ao caramujo hospedeiro do vetor da esquistossomose? Ela pode causar intoxicação?

DANIELLE CAMPOS, POR E-MAIL

A niclosamida atua de dois modos principais: como moluscicida, ou seja, matando os caramujos na água, e como cestocida, a saber, eliminando os cestóides – vermes que parasitam o homem e os animais. Além de apresentar um bom resultado terapêutico, essa substância química é muito bem tolerada pelos seres humanos, os quais, se infectados por *Taenia solium* ou por *Taenia saginata*, ambas conhecidas como solitárias, podem ingerir até dois gramas da droga, sem praticamente sofrer efeitos colaterais. Aplicada em grandes doses nos animais de laboratório, a niclosamida também foi bem tolerada, mostrando ser pouco tóxica.

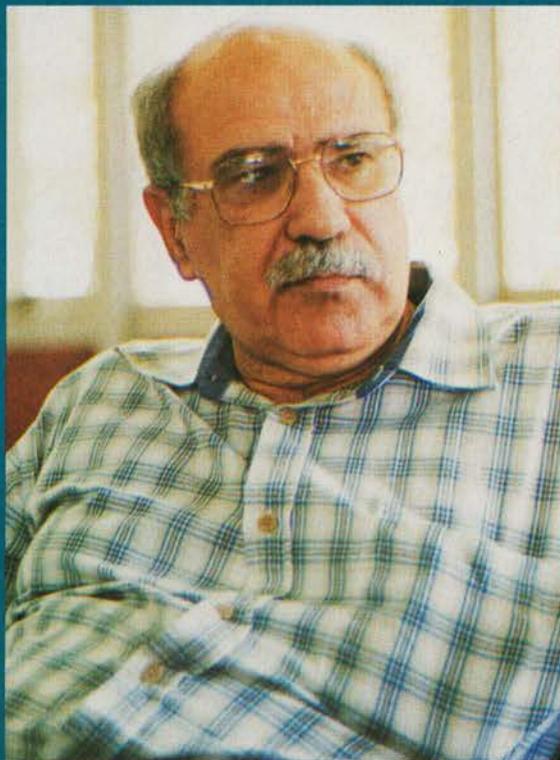
Por outro lado, sua atuação sobre a cadeia respiratória tanto dos caramujos hospedeiros do vetor da esquistossomose como dos peixes provoca asfixia e, conseqüentemente, a morte desses animais. Expostos à substância, os peixes saltam da água em busca de oxigênio e os moluscos se retraem dentro das conchas, causando o extravasamento da hemolinfa, resultado das concentrações letais, em moluscos e peixes, de 2ppm (partes por milhão = 2mg/l) de niclosamida.

Naftale Katz

Laboratório de Esquistossomose, Fiocruz de Minas Gerais

José de Souza Martins

A escravidão contemporânea



Instituída em 1991, a Junta de Curadores do Fundo Voluntário da Organização das Nações Unidas (ONU) contra as Formas Contemporâneas de Escravidão é formada por cinco membros – um de cada continente – escolhidos entre pessoas que, em seus respectivos países, tenham desenvolvido algum trabalho relevante em relação ao tema e nomeados pelo Secretário Geral da ONU para um mandato de três anos, renovável indefinidamente. Desde 1996, o professor José de Souza Martins, do Departamento de Sociologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP), é o representante das Américas na Junta. Estudioso do assunto e autor, entre outros li-

vros, de *A imigração e a crise do Brasil agrário* (Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1973), *O cativo da terra* (6ª ed., Editora Hucitec, São Paulo, 1996), *Fronteira — A degradação do outro nos confins do humano* (Editora Hucitec, São Paulo, 1997), Martins critica a falta de sensibilidade generalizada para o problema, por parte da sociedade – mesmo de organizações como o Movimento Rural dos Trabalhadores Sem Terra (MST) – e do próprio meio acadêmico, onde inúmeras pesquisas sobre a história da escravidão são desenvolvidas: “Eu falo aqui na universidade para os meus colegas e para os meus alunos sobre a persistência e a renovação do escravismo e eles me olham como se eu estivesse dizendo um absurdo. Acham que o tema é tão fantástico que não merece atenção.”

ENTREVISTA CONCEDIDA A MÁRIO ROLIM CÂNDIDO (ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE / SP)

O que se entende, nos dias de hoje, por trabalho escravo?

Nos dias atuais, nem todos os escravos são diretamente trabalhadores escravizados. Uma criança empregada na indústria de tapetes, na Índia, é muito provavelmente uma escrava, vendida ao patrão não raro pelos próprios pais. Uma noiva vendida pelo pai a um camponês chinês, uma provável sobrevivente do infanticídio de meninas, é escrava, mas não, diretamente, trabalhadora escrava. Uma menina tai [indivíduo dos tais, povo com afinidades mongóis que habita o sudeste da Ásia], vendida pelos pais a traficantes e que, após sair da Tailândia, acaba em prostíbulos em outros países, não é trabalhadora escrava no sentido clássico, mas é escrava. Uma menina de cinco anos, no Sri Lanka, vendida por US\$ 100 pelo pai, para ser usada como o comprador quiser, é uma escrava. Um peão empregado para trabalhar na derrubada da mata na região amazônica, recrutado mediante engodo e convertido em trabalhador forçado, submetido à escravidão por dívida, cativo porque deve ao patrão, é um escravo. No essencial, para nós, é escravo quem foi privado de sua liberdade de ir e vir e, não raro, foi transformado em equivalente de mercadoria, pois tem um preço. Muitos casos de trabalho doméstico na Europa, nos Estados Unidos e, certamente, no Brasil podem ser classificados como trabalho escravo. Recentemente, nos Estados Unidos, uma senhora negra, brasileira, 'empregada doméstica' de uma família brasileira, teve a ilegalidade de sua situação reconhecida como cativo: o patrão foi preso e condenado a pagar uma pesada indenização a ela.

No essencial, para nós, é escravo quem foi privado de sua liberdade de ir e vir e, não raro, foi transformado em equivalente de mercadoria, pois tem um preço. Muitos casos de trabalho doméstico na Europa, nos Estados Unidos e, certamente, no Brasil podem ser classificados como trabalho escravo

A existência de trabalho escravo, neste momento de capitalismo tão desenvolvido, não é uma incoerência?

A incoerência existe do ponto de vista teórico. Teoricamente, o desenvolvimento capitalista moderno é incompatível com a escravidão. Mas os teóricos sempre resistiram a aceitar as evidências e os estudos, como os meus, que sublinham uma característica importante do processo do capital, a saber: sua compe-

tência para regenerar formas arcaicas de relações sociais que, em certas circunstâncias, ampliam a sua taxa de lucro. O preço da terra é um bom exemplo do que estou dizendo. Nem sempre a terra teve preço. De certo modo, começou a tê-lo quando a sociedade pré-capitalista, sociedade tradicional ou sociedade feudal, começou a entrar em crise. Foi uma forma de os velhos senhores de terra cobrarem da nova sociedade que estava surgindo um tributo pelo uso da terra, essencial à expansão do capitalismo. A irracionalidade econômica da renda da terra ou do preço da terra, com o desenvolvimento do capitalismo, deveria ter sido atenuada para que ela fosse subjugada à lógica do capital, isto é, do primado da produção e do lucro. Seria uma forma de abolir a cobrança de um tributo que é devido a alguém, o proprietário, unicamente porque ele tem um título de terra e o direito de permitir ou não que esta seja cultivada de modo capitalista ou até mesmo de optar pela sua manutenção como terra inculta e reserva de valor. A propriedade da terra deveria ter sofrido transformações que lhe retirassem o caráter de empecilho à reprodução ampliada do capital.

Minha tese para explicar a regeneração do arcaísmo da servidão é a seguinte: com o desenvolvimento capitalista, muda a composição orgânica do capital, isto é, a proporção de capital constante se torna maior em relação ao capital variável – os dispêndios em máquinas, matérias-primas, equipamentos e conhecimento (capital constante) superam os dispêndios com o pagamento de salários (capital variável, porque o trabalho é a única mercadoria que pode produzir mais valor do que aquele nela

contido, do que aquilo que foi necessário para que o trabalhador se reproduzisse como ser de trabalho). Um capital de composição orgânica alta é um capital moderno, avançado: o trabalho propriamente dito tem nele participação menor que a dos meios de produção. Nas sociedades ou nos setores econômicos em que não é possível esse desenvolvimento da composição orgânica do capital, o que faz o próprio capital? Ele reduz os dispêndios com salários, não ▶



mediante o desenvolvimento tecnológico, mas pagando menos pela atividade do trabalhador, sem levar em conta o que é necessário à sua reprodução como pessoa, como trabalhador para o capital. Com isso, a composição orgânica parece alta e funciona como se fosse alta, moderna e avançada. No entanto, esse artifício resulta de uma efetiva redução nos direitos do trabalhador, até mesmo no direito à sobrevivência. O efeito dessa anomalia para o capitalista é similar ao dos resultados médios da atividade capitalista, como se não fosse um modo irracional de promover a reprodução ampliada do capital. Ele recebe os mesmos benefícios de um capitalista que não usa trabalho escravo e que atua como verdadeiro capitalista e não como senhor de escravos. É para o sistema no seu conjunto que essa prática constitui uma anomalia, porque é socialmente destrutiva, porque nega valores e direitos próprios de uma sociedade baseada no princípio da igualdade jurídica nas relações entre as pessoas e na contratualidade das relações sociais.

Destrutiva a ponto de comprometer a reprodução do próprio trabalhador convertido em mercadoria?

Sim. Justamente, a escravidão atual é o modo de pagar ao trabalhador menos do que é necessário para que ele se reproduza, para que ele sobreviva o tempo normal de sobrevivência das demais pessoas. O que distingue a sociedade capitalista da sociedade escravista é o fato de que, nesta última, o próprio trabalhador é equivalente de mercadoria: sua pessoa é comprada e vendida como qualquer outra mercadoria, como um par de sapatos, uma camisa ou uma cadeira. A sociedade evoluiu historicamente quando separou o trabalho e a pessoa do trabalhador. Nesse sentido, o trabalhador não é propriedade

ramento, ganha sentido na expansão capitalista em países periféricos da sociedade capitalista (aqueles em que a acumulação de capital ainda se confunde com a chamada acumulação primitiva, a acumulação inicial da história do capitalismo, baseada na expropriação, na conversão forçada de camponeses em trabalhadores para o capital) e em setores secundários da economia capitalista (como o do trabalho doméstico, o da abertura de novas fazendas em zonas pioneiras). Tanto que você observa isso não só em países pobres, como alguns da África – Sudão e Mauritânia, por exemplo –, mas também em países em processo de desenvolvimento mais adiantado. No caso da Índia, do Brasil e do México, que estão a meio caminho do desenvolvimento econômico, a composição orgânica média do capital está implantada plenamente e, com isso, os setores mais pobres são obrigados a aceitar uma redução do salário e das condições de vida para poder competir com os países mais desenvolvidos, que têm composição orgânica do capital mais alta. Isso está perfeitamente dentro da lógica da ação do capitalista individual. Mas não é lógico para o sistema capitalista enquanto sociedade, isto é, sociedade de relações igualitárias, valores igualitários. Não está na lógica da superestrutura, no plano do direito: há aí uma óbvia violação de um princípio básico da constituição do capitalismo, a igualdade jurídica.

Quantos escravos há no mundo atualmente?

E no Brasil?

Dentro daquela distinção que estabeleci no início, na ONU estamos trabalhando com a hipótese de que há no mundo 200 milhões de escravos, enquanto o relatório de 1993 da Organização Internacional do Trabalho, outro organismo das Nações Unidas, menciona pouco mais de seis milhões de trabalhadores



Na ONU estamos trabalhando com a hipótese de que há no mundo 200 milhões de escravos. Esses 200 milhões podem estar aumentando em consequência da globalização da economia e da difusão de práticas econômicas definidas como neoliberais, com base na competição econômica entre desiguais, entre economias ricas e economias pobres

de ninguém. Ao mesmo tempo, ele é o proprietário de sua força de trabalho, que vende a quem bem entender. Por isso, o trabalhador assalariado tem que ser livre. Para isso, ao ser convertido em proprietário (de sua força de trabalho), torna-se igual aos outros proprietários e pode contratar, igualmente, a venda daquilo que possui, a força de trabalho.

O renascimento da escravidão, ou seu revigo-

escravizados. Esses 200 milhões podem estar aumentando em consequência da globalização da economia e da difusão de práticas econômicas definidas como neoliberais, com base na competição econômica entre desiguais, entre economias ricas e economias pobres. Nós trabalhamos com números da Anti-Slavery, de Londres, a única instituição que faz registros sistemáticos a respeito desse problema há

mais de 150 anos. Quanto ao Brasil, os dados foram sistematizados por mim a partir de diferentes fontes, especialmente o arquivo da Comissão Pastoral da Terra [CPT]. São dados pouco expressivos do ponto de vista quantitativo: nos últimos 20 anos, 80 mil trabalhadores passaram temporariamente pela experiência da escravidão. Certamente, é um número ínfimo. Primeiro porque cessou praticamente a expansão da fronteira, da frente pioneira, em nosso caso caracterizada pela abertura de novas fazendas em regiões de ocupação recente, sobretudo na região amazônica. Essa expansão tem seu primeiro episódio na derrubada da mata. É nessa atividade

tência dessa forma delituosa de uso do trabalho. São os agentes da Pastoral dos Migrantes, da Igreja Católica, que prestam assistência a esses trabalhadores mas se recusam a formalizar queixas às autoridades, o que reflete o temor dos 'clandestinos' de serem deportados. Tem havido denúncias, de verificação difícil, de outro tipo de caso aqui na América do Sul. São as fábricas flutuantes de roupas, calças e camisas. Não se sabe ainda se estacionadas em águas internacionais, fronteiras às águas territoriais brasileiras, mas com grande probabilidade em águas próximas de outros países da vizinhança. Coreanos e chineses compram ou alugam navios velhos, que vão

Em São Paulo, há trabalho escravo na indústria de confecções. Bolivianos trabalham para coreanos, ganhando um salário muito reduzido, trabalhando em desacordo com a lei. Poderíamos classificar desse modo também os taxistas que trabalham com carro alheio e que são obrigados a entregar ao proprietário um pagamento diário



que se usa mais intensamente o peão e a chamada peonagem, a escravidão por dívida. Nos anos 70, chegamos a ter meio milhão de trabalhadores nessa condição. Por outro lado, o governo de Fernando Henrique Cardoso, logo no começo do primeiro mandato, a partir das denúncias recebidas, criou o Grupo Executivo de Repressão ao Trabalho Forçado [Gertraf], constituído basicamente de representantes de diferentes ministérios, que atua através do chamado Grupo Móvel, formado por funcionários especializados do Ministério do Trabalho. Eles vão aonde houver denúncia, e atuam mesmo fora do seu horário convencional de trabalho, em excursões de inspeção que podem durar muitos dias ou mesmo várias semanas. E não recebem nenhum pagamento extra por essa dedicação extraordinária ao dever funcional.

A escravidão é exclusividade do campo?

Aqui em São Paulo, há muito trabalho escravo na indústria de confecções. São os bolivianos que trabalham para os coreanos, ganhando um salário muito reduzido, trabalhando em desacordo com a lei. Poderíamos classificar desse modo também os taxistas que trabalham com carro alheio e que são obrigados a entregar ao proprietário um pagamento diário, ficando com as sobras para sua sobrevivência. Atuam de modo muito similar ao do escravo de aluguel, que existiu entre nós até 1888. No caso dos bolivianos, os grupos que tentam ajudá-los se recusam a formular denúncias, o que contribui para a persis-

virar sucata, equipam esses navios com máquinas de costura, admitem chineses e coreanos que querem fugir de seus países, ancoram em águas internacionais, nas proximidades de países que podem ser mercados para seus produtos, e botam essa gente para fazer roupas. Essas pessoas estão fora do alcance da legislação desses países, nenhum dos quais pode interferir. É uma questão complicada: até se conseguir acionar os tribunais respectivos no âmbito internacional, eles já fizeram e venderam as calças e camisas e já foram embora.

E a situação nos outros países?

Com a globalização e o desenvolvimento tecnológico acelerado em alguns setores e alguns países, em detrimento de outros, promove-se uma desvalorização generalizada do trabalho e as pessoas não conseguem sobreviver a não ser em condições de extrema degradação. Na Índia, na Tailândia, no Sri Lanka, há pais vendendo filhos, como mencionei. Na Europa está havendo muito trabalho doméstico em condições degradantes, envolvendo especialmente mulheres levadas da África por traficantes, assim como prostituição de mulheres jovens oriundas do Brasil ou da Rússia. Na Inglaterra é mais comum o trabalho doméstico; na Itália e na França, há mais escravidão sexual, prostituição; e na Alemanha, trabalho industrial. Essas pessoas são clandestinas, não têm direitos, ficam com medo de denunciar, porque correm o risco de ser deportadas e voltar em condições ainda piores para o seu país. Na China, na área em ▶

que estão acontecendo uma industrialização e uma aproximação com os países capitalistas, há muita gente trabalhando em condições subumanas, vivendo na rua ou embaixo de pontes. Houve denúncias formalizadas a respeito da antiga União Soviética: trabalho infantil e escravo nos Urais. No Sudão, os muçulmanos estão usando na guerra crianças negras capturadas e convertidas em soldados.

Como é o trabalho na Junta da ONU contra o trabalho escravo?

Nenhum de nós recebe pagamento pelo que faz. Cada um, no respectivo país, tem seu emprego e sua atividade. Ficamos o ano inteiro à disposição para emer-

meus na República dos Camarões. Os bantos, que foram escravos no Brasil, hoje escravizam crianças pigméias na África. O movimento precisava de US\$ 5 mil para desenvolver um programa de atividade econômica alternativa, no contexto de uma economia tribal muito simples, para evitar que os pais vendessem os filhos. É pouco dinheiro, mas ainda assim é possível fazer muita coisa.

Que países contribuem para o Fundo?

Nas Américas, até há pouco tempo, só o Chile tinha dado uma contribuição de US\$ 2 mil. Agora o Brasil se tornou contribuinte: durante três anos vai dar US\$ 10 mil por ano. O Brasil se torna assim um dos



Com a globalização e o desenvolvimento tecnológico acelerado em alguns setores e alguns países, em detrimento de outros, promove-se uma desvalorização generalizada do trabalho

gências e para tarefas de esclarecimento e divulgação dos objetivos desse setor das Nações Unidas. Uma vez por ano, interrompemos nossas atividades regulares e nos reunimos em Genebra, de preferência em época que coincida com a Assembléia Geral de Direitos Humanos da ONU. Recebemos uma pilha de documentos do mundo inteiro e temos de examinar isso em três dias. Na verdade, preparamos a agenda do chamado Grupo de Trabalho da ONU contra a Escravidão, constituído de pessoal diplomático. Examinamos e avaliamos denúncias e pedidos de ajuda para projetos de intervenção no ciclo de escravização de determinado país. Às vezes, recebemos pedidos de ajuda que convertemos em pedidos de convocação dos embaixadores dos países em que há problemas. O objetivo é pedir aos representantes diplomáticos credenciados junto às Nações Unidas que compareçam à reunião do Grupo de Trabalho, dêem esclarecimentos e, sobretudo, informem seus governos sobre a necessidade de tomar providências para cumprimento dos tratados internacionais que regulam a matéria e façam cessar a situação de cativo denunciada.

Há entidades humanitárias que pedem ajuda financeira para projetos específicos. Temos poucos recursos, já que para este Fundo os governos não são obrigados a contribuir. Mesmo assim, dando pequenas quantias, nossa esperança é a de que elas funcionem como um aval da ONU à iniciativa do grupo, que, assim, poderá solicitar recursos mais substanciais a outras instituições ou organizações. Apoiamos grupos ou entidades, não podemos interferir diretamente. Um exemplo: a Junta deu apoio a um movimento humanitário contra a escravidão dos pig-

grandes mantenedores dessa atividade das Nações Unidas. Esperamos que sirva como exemplo para outros países latino-americanos e para os Estados Unidos, que querem controlar o Conselho de Segurança mas não apóiam os programas sociais. O embaixador de Cuba nem mesmo se interessou por ouvir nosso relatório anual sobre a situação da escravidão no mundo, apesar de insistentemente convidado por mim, o que é uma pena. O governo japonês tem dado contribuições regulares, grandes. Eles nem discutem. É uma coisa bonita, até. Em geral um funcionário da embaixada japonesa vem às nossas reuniões, ouve o relatório e anuncia a contribuição. O Estado do Vaticano deu uma ajuda simbólica de US\$ 1 mil depois de um apelo ao Papa feito pelas crianças de uma escola secundária de Bérgamo, na Itália. É pouco, mas para nós significa muitíssimo, porque representa o reconhecimento da importância do trabalho da nossa Junta de Curadores. A França deu uma contribuição maior por causa do bicentenário da Revolução Francesa, e também porque, na época, o governo socialista queria fazer um gesto de grande repercussão humanitária. Mas não conseguimos o apoio da Unicef, mesmo quando se trata de trabalho infantil. E olha que eles têm muito dinheiro.

A sociedade civil não contribui?

Eu tenho feito muitos apelos a grupos humanitários da Europa, e o resultado tem sido muito bom. Tivemos uma experiência comovente numa escola de Albino, em Bérgamo, uma cidade de trabalhadores, no norte da Itália. A convite de uma importante entidade humanitária local, a Operazione Terzo Mon-

do, falei às crianças e aos adolescentes durante cinco horas. Eles ficaram surpresos, não acreditavam que existisse escravidão nos dias de hoje, e envolvendo crianças, principalmente. Então, sugeri: vocês fazem um dia de jejum simbólico por ano. Não comem doces nem tomam refrigerantes nesse dia, põem o dinheiro num saquinho, trazem para a escola, vão ao banco com os professores e depositam o valor na conta do Fundo Contra a Escravidão. Umhas cinco mil crianças – a escola inteira – fizeram o tal dia de jejum, foram ao banco em procissão para levar o dinheiro, mais de US\$ 1 mil. O gerente precisou fechar a agência, porque não dava para entrar mais ninguém. Elas mesmas formalizaram o depósito. Em seguida, organizaram um movimento: Escravidão, Nunca Mais. Uma vez por ano, fazem uma quermesse em Albino e a renda vai diretamente para o Fundo Voluntário da ONU contra as Formas Contemporâneas de Escravidão.

A recente mobilização contra o trabalho infantil no Brasil alterou o quadro da escravidão?

Em parte. O chamado pornoturismo, principalmente no Rio e no Nordeste, não é vulnerável a essas campanhas. O programa de bolsas-trabalho do governo, mediante o qual os pais recebem a bolsa sob a condição de que a criança deixe o trabalho que está fazendo e vá para a escola, funciona nas carvoarias, nos canaviais de Mato Grosso, mas não na pros-

fundamentadas denúncias. Ele é o grande responsável por levar esse tema à agenda de preocupações do governo brasileiro. A CPT criou o primeiro sistema de registro de ocorrências de trabalho escravo. De fato, o Gertraf e a CPT têm trabalhado em cooperação mútua. O Brasil é o único país do mundo em que tanto o governo como a Igreja têm programas de combate ao trabalho escravo.

Está satisfeito com as atividades da Comissão?

Eu acho que tem valido a pena. O ideal seria que o trabalho escravo acabasse rapidamente. Três anos atrás, levantei a hipótese de se fazer, quem sabe, um grande movimento internacional por um novo milênio sem escravos. Ninguém me ouviu. É importante que, nos meios acadêmicos, haja uma certa consciência da existência do problema, e essa consciência será falsa se for antigovernista, porque na verdade o governo está atuando para acabar com o problema. Aliás, o governo brasileiro é o único governo que tem um programa nacional de repressão ao trabalho forçado. Deveria ser uma consciência marcada por uma tônica humanitária, com foco nas condições, cada vez mais degradadas, de funcionamento de certos setores da economia, no campo e na cidade. Quanto mais trabalhadores são substituídos por máquinas, mais desemprego, e mais vulnerável o trabalhador se torna à superexploração do seu trabalho, isto é, a um pagamento inferior ao que é ne-

Quanto mais trabalhadores são substituídos por máquinas, mais desemprego, e mais vulnerável o trabalhador se torna à superexploração do seu trabalho, isto é, a um pagamento inferior ao que é necessário para que ele e sua família sobrevivam em condições dignas

tituição infantil, que na perspectiva deles rende mais. A repressão teria de ser feita sobre o agente do ato de submissão, que é o turista. Isso esbarra nos interesses do sistema internacional de circulação de turistas.

A luta pela reforma agrária, em especial a do MST, tem considerado a questão do trabalho escravo no campo?

O MST sabe o que acontece mas não reage. Esse problema não está no elenco de seus interesses. Essa organização está num registro partidário, não tem sensibilidade para essa questão. Nem entende do assunto. Já a CPT é pioneira no Brasil no trato desse tema. Foi Dom Pedro Casaldáliga, que nunca recebeu um prêmio por isso, quem fez as primeiras e

cessário para que ele e sua família sobrevivam em condições dignas. Como essa é uma situação que gera inconformismo, sobretudo fugas, os empreendimentos valem-se de pistoleiros e de repressão para assegurar a sujeição dos trabalhadores escravizados. Falo sobre a escravidão atual aqui na universidade para os meus colegas e meus alunos: eles me olham como se eu estivesse dizendo um absurdo. Acham que o tema é tão fantástico que não merece atenção, afinal já sabemos tudo sobre o capitalismo. E, na realidade, o problema é grave. Seria uma pena se o meio acadêmico se isentasse de responsabilidade na investigação e na denúncia desses fatos. As ciências sociais devem à sociedade esclarecimentos e explicações sobre essas ocorrências, suas causas e o modo de suprimi-las. ■



Um mecanismo molecular para as conexões entre os neurônios

Artigo publicado recentemente na revista norte-americana *Cell* (vol. 101, pp. 671-684, 2000)

apresenta uma possível explicação para a grande especificidade e diversidade das conexões feitas pelas células nervosas. Além de dar novas pistas sobre as bases moleculares dos circuitos neuronais, o trabalho também é uma valiosa contribuição aos estudos sobre o papel de certas regiões do genoma, que aparentemente não têm função, na síntese de proteínas.

Um trabalho monumental recentemente publicado na revista *Cell* descreve a clonagem e a identificação de um gene da *Drosophila*, mais conhecida como mosca-das-frutas. Esse gene codifica uma proteína localizada na membrana celular dos axônios, que são as projeções dos neurônios responsáveis pelas conexões com outras dessas células nervosas.

No desenvolvimento do sistema nervoso, os axônios projetam-se e estabelecem contatos precisos com outros neurônios, gerando uma complexa rede funcional de células nervosas. São orientados em sua migração por sinais químicos de atração ou repulsão, que, acredita-se, atuam sobre receptores situados em sua extremidade.

Agora, G. Schmucker e colaboradores, do Laboratório de J. Lawrence Zipursky, da Universidade da Califórnia (Estados Unidos), descobriram que uma pro-

teína, denominada Dscam, localizada na membrana dos axônios, é o componente externo (o receptor) de um sistema de sinalização que governa o movimento e o estabelecimento de conexões entre os neurônios.

A Dscam tem 2.026 aminoácidos, que são os constituintes básicos de uma proteína. O gene que produz a Dscam – como é comum nos eucariotos complexos, organismos cujo material genético está envolto por um núcleo – contém 24 regiões (exons), que participam do processo de formação dessa proteína, espalhadas por cerca de 61.200 pares de bases nitrogenadas do ácido desoxirribonucléico (DNA) da *Drosophila*. A molécula de DNA, que contém o código genético para a maioria dos seres vivos, pode ser visualizada como uma ‘escada’ retorcida, sendo que cada ‘degrau’ é formado por um par de bases.

Entre as regiões do DNA forma-

das pelos exons, estão aquelas denominadas íntrons, que não participam da formação de proteínas.

De um modo simplificado, o processo de formação de uma proteína dá-se da seguinte maneira: uma molécula do ácido ribonucléico (RNA) faz uma cópia das bases nitrogenadas presentes em metade da ‘escada’ do DNA, já que essa molécula se divide ao meio antes do processo de cópia, apresentando a forma de uma ‘meia escada’. Depois disso, o RNA, agora uma cópia complementar a uma das fitas de DNA, é processado ainda no núcleo da célula, as regiões correspondentes aos íntrons são removidas e os exons são unidos entre si (*splicing*), gerando uma molécula de RNA bem mais curta e que contém a informação final para produzir a proteína. Esse RNA vai agora para o citoplasma e dirige-se aos ribossomos (‘fábricas’ de proteínas das células) – por essa

função, ganha o nome de RNA mensageiro (mRNA).

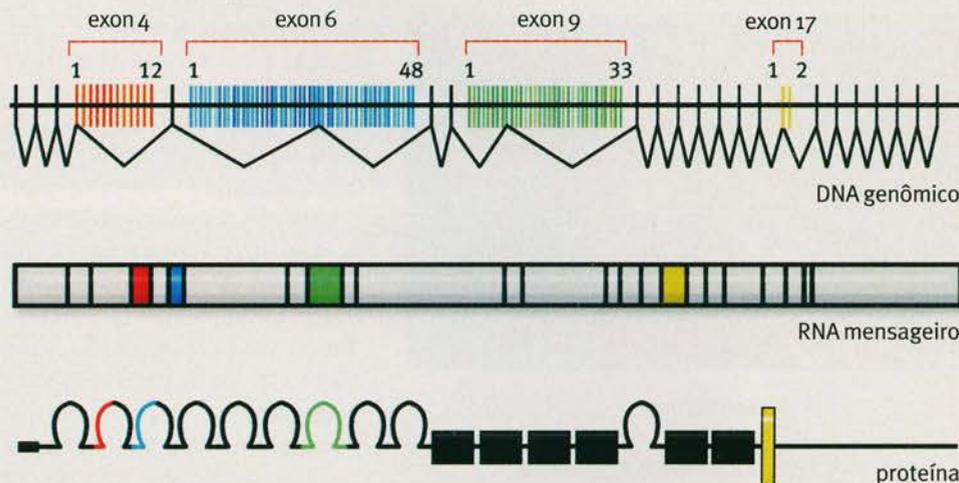
No ribossomo, a informação genética carregada pelo mRNA será 'lida e traduzida' para gerar uma proteína. Porém, no processamento do RNA no núcleo, sabe-se que é possível serem geradas novas variedades de mRNA. Isso acontece devido à adição ou exclusão de exons inteiros ou de partes deles – segundo artigo publicado na revista científica inglesa *Nature Genetics* (24:340-341, 2000), a formação de novas variedades de mRNA a partir de um mesmo gene é mais comum do que se pensava até agora.

Para estudar essa questão, com ênfase no mRNA que carrega a informação genética para produzir a proteína Dscam, os autores do trabalho obtiveram 50 clones independentes dos chamados DNAs complementares (cDNA) correspondentes aos RNA mensageiros que participam da produção da Dscam. Um clone de cDNA é uma cópia sob forma de DNA dupla fita obtida dos mRNAs existentes no citoplasma da célula.

A primeira fita de DNA é sintetizada no laboratório pela ação de uma enzima, a transcriptase reversa. Usando a técnica de PCR (sigla, em inglês, para amplificação em cadeia do DNA), sintetiza-se a outra fita do DNA, e o segmento obtido é clonado e seqüenciado.

A grande surpresa foi verificar que, dos 50 clones obtidos, 49 continham combinações únicas de quatro exons (os de números 4, 6, 9 e 17), que foram denominados exons variáveis (figura). Cálculos feitos a partir da amostra estudada permitiram estimar que a Dscam pode aparecer sob o número mínimo de 38.016 formas distintas, derivadas das combinações entre os exons variáveis observados nesse estudo.

A incrível diversidade vem das possibilidades de combinar esses exons entre si, já que foram encontrados 12, 48, 33 e dois tipos distin-



Esquema ilustrando a disposição dos exons e íntrons do gene Dscam de *Drosophila* e sua extraordinária diversidade de processamento alternativo.

a) no DNA genômico, os traços verticais negros correspondem à localização dos exons (sem indicação de seus tamanhos relativos). As linhas em 'V', conectando os exons, indicam a posição dos íntrons do gene. Note-se que, para os exons 4, 6, 9 e 17, a localização dos íntrons pode-se dar, respectivamente, em 12, 48, 33 ou duas posições alternativas; b) uma das formas do RNA mensageiro que participam da síntese da proteína Dscam está esquematizada com a indicação dos exons e seus tamanhos relativos, bem como os exons variáveis; c) no esquema da proteína, os exons variáveis 4, 6 e 9 correspondem a regiões repetitivas presentes na Dscam, e o exon 17 corresponde a um segmento transmembrana da proteína, que serve para manter a proteína inserida na membrana do axônio, com os segmentos 4, 6 e 9 voltados para o exterior da célula

tos dos exons variáveis – na figura, indicados, respectivamente, por exon 4, exon 6, exon 9 e exon 17.

A região mais variável da proteína corresponde à parte que se projeta para fora da membrana dos axônios e funciona como receptor de moléculas sinalizadoras no desenvolvimento do sistema nervoso da *Drosophila*, o que justificaria a tamanha especificidade e diversidade das conexões entre os neurônios.

O trabalho da *Cell* traz uma contribuição valiosa aos estudos que começam a esclarecer a importância dos íntrons, regiões do genoma aparentemente sem função na síntese de proteínas. Demonstra também como o processamento alternativo pode aumentar consideravelmente o número de produtos gênicos distintos a partir de um mesmo gene, apresentando novas pistas sobre

o estudo das bases moleculares dos circuitos neuronais.

No Brasil, o Projeto Genoma Humano do Câncer, patrocinado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e pelo Instituto Ludwig do Câncer, em breve deve atingir a meta de 1 milhão de DNA complementares obtidos a partir de tumores humanos, contribuindo para definir com precisão a localização dos genes nos cromossomos humanos, bem como para o estudo das formas alternativas de processamento desses genes.

Francisco G. da Nóbrega e Marina Pasetto Nóbrega

Laboratório de Genética Molecular e Genomas, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba (São José dos Campos, SP)



ORNITOLOGIA

FEIO, MAS ATRAENTE

No reino dos *Passerina amoena*, uma espécie de ave pequena que

habita a América do Norte, é preciso ser 'bonito' ou 'feio' para fazer sucesso com as fêmeas. Estar entre esses extremos é sinal de dificuldade quando chega a hora do acasalamento.

Parentes do canário, os *P. amoena* têm uma coloração que varia do turquesa vívido ao marrom apagado. Logo após o primeiro ano de vida, começa a busca por parceiras. Os de coloração mais forte, por serem mais agressivos, conseguem competir e ocupar o território de machos adultos, conseguindo assim um número significativo de parceiras. Já os de co-

loração apagada invadem os domínios alheios, mas são bem tolerados pelos machos adultos, o que lhes garante também fêmeas para o acasalamento.

No entanto, como mostra estudo de Erick Greene e colegas, da Universidade de Montana (Estados Unidos), os de coloração intermediária acabam com o menor número de acasalamentos, pois são muitos vistosos para serem tolerados pelos machos adultos e, ao mesmo tempo, não são agressivos o suficiente para lutar por um território próprio.

Nature, 26/10/00

ENGENHARIA GENÉTICA

DO SANGUE AO CÉREBRO

Células da medula óssea de adultos são capazes de se transformar em neurônios, quando realocadas para o cérebro. Dois estudos feitos com camundongos indicam que as células-tronco, fabricadas na medula dos ossos, têm a capacidade de se diferenciar em células nervosas, sinalizando um possível tratamento para doenças neurodegenerativas, como o mal de Parkinson.

Timothy Brazilton e colegas, da Universidade Stanford (Estados Unidos), colheram de camundongos modificados geneticamente células-tronco que têm a propriedade de ser fluorescentes (cor verde) devido a um gene particular.

Essas células foram então injetadas em camundongos normais e, pouco depois, observou-se que regiões do cérebro desses animais apresentavam, além da fluorescência, outras características dos neurônios.

No segundo trabalho, Éva Mezey e colegas, dos Institutos Nacionais de Saúde (Estados Unidos), injetaram células-tronco em camundongos com uma mutação genética que os prevenia de produzir normalmente as células encontradas no sangue. Parte das células-tronco migrou para o cérebro dos roedores, apresentando duas proteínas que são características dos neurônios.

Science, 1/12/00

MEDICINA

TERAPIA INTERROMPIDA

Interromper o tratamento contra a Aids pode ajudar o sistema imunológico a controlar o vírus HIV, causador da doença. Em estudo feito em macacos, Franco Lori, Julianna Lisziewicz e colegas investigaram as consequências da interrupção da terapia de drogas sobre o sistema imunológico dos animais.

Depois de interromper de forma permanente a terapia no grupo de macacos que havia sido submetido ao tratamento convencional (sem interrupções), a equipe, formada por pesquisadores norte-americanos e italianos, notou que a

quantidade de vírus voltou ao normal. Em contraste, os animais que foram submetidos à terapia interrompida mostraram uma resposta vigorosa do sistema imunológico aos vírus, conseguindo nos meses seguintes controlar a doença. "Esse foi o primeiro estudo controlado mostrando a diferença entre os regimes contínuo e descontínuo de tratamento", disse Lori, do Instituto de Pesquisa em Genética e Terapia Humana, em Washington (Maryland).

Segundo os autores, os resultados podem levar a um tratamento mais barato, mais simples e mais bem tolerado pelos portadores do vírus. Eles, no entanto, advertem que os pacientes não devem, em hipótese alguma, parar o tratamento sem aconselhamento médico.

Science, 23/11/00



Até recentemente, acreditava-se que a diversidade de peixes no mar brasileiro fosse pequena, mas novos estudos têm mostrado que essa idéia é falsa. No caso dos chamados peixes recifais, são muitas as espécies descobertas. Conhecer melhor tais espécies, e muitas outras ainda por descobrir, é essencial para que o Brasil administre racionalmente essa riqueza, fonte de alimento para a população litorânea, de renda para empresas de pesca e de coleta de peixes ornamentais e de diversão para pescadores amadores e mergulhadores esportivos.

Ricardo Zaluar P. Guimarães

Laboratório de Biodiversidade de Recursos Pesqueiros, Universidade Federal do Rio de Janeiro

João Luiz Gasparini

Departamento de Biologia, Universidade Federal do Espírito Santo

Carlos Eduardo L. Ferreira

Departamento de Oceanografia, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Luiz Alves Rocha

Departamento de Pesca e Ciências Aquáticas, Universidade da Flórida (Estados Unidos)

Sergio R. Floeter

Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo

Carlos Augusto Rangel

Laboratório de Biodiversidade de Recursos Pesqueiros, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Gustavo W. Nunan

Setor de Ictiologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Peixes brasileiros Riqueza de

Antes mesmo que o naturalista sueco Karl von Linné (1707-1778) publicasse a décima edição de seu *Sistema naturae*, obra que marca o nascimento da zoologia moderna, com a utilização de nomes duplos (indicando gênero e espécie) em latim, os peixes marinhos brasileiros já eram objeto de estudo de viajantes europeus. O registro mais antigo conhecido é o do naturalista alemão Georg Marcgraff (1610-1644), que, em suas andanças pelo Nordeste do país, catalogou algumas dezenas de espécies (figura 1), referindo-se a elas através de seus nomes indígenas (ver 'Arte e ciência no Brasil holandês', em *CH* nº 15).

Nos séculos seguintes, outras expedições partiram da Europa mercantilista em busca de novos conhecimentos sobre riquezas naturais brasileiras, e diversos autores publicaram informações dispersas sobre peixes marinhos dessa nova terra (figura

ILUSTRAÇÃO: LUIZ BALTAZ SOBRE FOTO DO PEIXE LABRACOMUS SP. POR R. ZALUAR



Os recifais sileiros

Desconhecida e ameaçada

2). Mas só no início deste século surgiram as primeiras publicações ictiológicas (relativas a peixes) de autoria de um brasileiro. Com base em seu trabalho no Museu Nacional, fundado em 1818 como Museu Real, o zoólogo Alípio de Miranda Ribeiro (1874-1939) publicou em cinco volumes o catálogo *Fauna brasileira*, registrando mais de 370 espécies de peixes marinhos do Brasil, muitas antes desconhecidas pela ciência.

Hoje, muitos pesquisadores da área de ictiologia trabalham ligados a museus ou universidades que mantêm coleções científicas. Tais coleções são como bibliotecas, mas, em vez de livros, abrigam amostras ▶

Figura 1. As primeiras ilustrações de peixes marinhos brasileiros foram publicadas na obra do naturalista alemão Georg Marcgraff em 1648: o cangulo-rei (*Balistes vetula*), acima, e o peixe-pescador (*Antennarius sp.*)

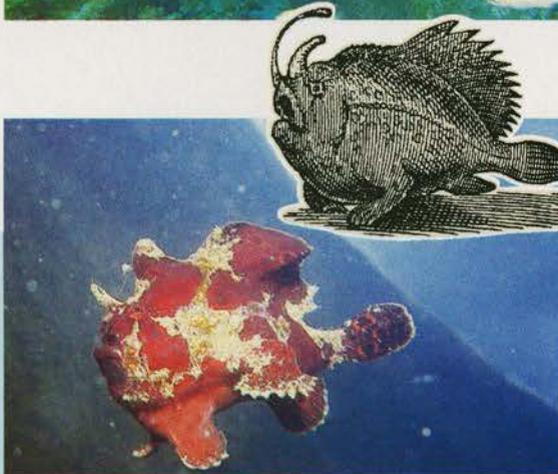
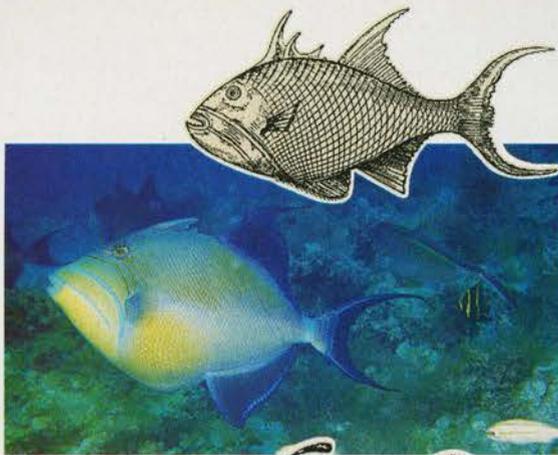


Figura 2. Outros desenhos de peixes marinhos brasileiros surgiram em livro do século 19, e mostram o michole-quati (*Pinguipes brasilianus*), acima, e o badejo-sabão (*Rypticus bistrispinus*)



de peixes preservadas em recipientes com álcool etílico. O desafio desses pesquisadores está não só em classificar as espécies, ou seja, reconhecer suas diferenças, mas também inseri-las em um sistema de classificação que reflita suas relações evolutivas. As diretrizes para esse trabalho mais complexo foram propostas inicialmente pelo zoólogo alemão Willi Hennig (1913-1976) (ver 'Descobrimos parentes nos seres vivos', em *CH* nº 98). Uma dificuldade a mais para esse trabalho está nas diferenças entre as numerosas espécies desses animais que

FOTO R. ZAULAK

O QUE SÃO PEIXES?

Desde crianças somos acostumados com a idéia geral de um peixe: um animal que vive na água, move-se usando nadadeiras, respira através de brânquias e tem o corpo coberto de escamas. Então crescemos e ficamos perplexos quando alguém jura que existem peixes com os dois olhos do mesmo lado da cabeça, outros sem escamas ou nadadeiras e alguns que respiram através de pulmões, que se arrastam no seco ou que até voam. Procuramos nos livros e descobrimos que tudo isso é verdade. Mas como um mesmo bicho pode fazer tantas coisas? A resposta é simples: estamos falando de vários bichos diferentes. São conhecidas hoje mais de 22 mil espécies dos animais que chamamos de peixes, e nem sequer conhecemos todas. E não existe uma característica que seja comum a todos eles.

Dos peixes que conhecemos, só dois grupos – *Chondrichthyes* e *Actinopterygii* – vivem em ambientes recifais. Pertencem ao primeiro grupo tubarões, raias e quimeras. Esses peixes têm esqueleto cartilaginoso e ciclo de vida longo. Muitas espécies têm sido exploradas pela pesca comercial, e algumas estão ameaçadas de extinção. O tubarão-baleia (*Rhincodon typus*), que atinge mais de 18 m de comprimento, é o maior peixe conhecido. Já entre os *Actinopterygii* figuram todos os peixes com esqueleto ósseo e apêndices formados por raios. É o grupo de vertebrados mais diversificado em ambientes aquáticos, atingindo sua diversidade máxima em ambientes recifais tropicais. Têm os mais variados formatos e tamanhos: todos os peixinhos coloridos de aquário e a grande maioria dos peixes explorados pela pesca são actinopterygii. No mar, os menores são alguns gobiões recifais, que não ultrapassam 1 cm, e os maiores são os marlins do gênero *Makaira*, que podem medir mais de 4,5 m e pesar quase uma tonelada.

FOTO C. L. FERREIRA

FOTOS R. ZAULAK

chamamos de peixes (ver 'O que são peixes?').

Apesar do crescente número de pesquisadores dedicados ao tema, acreditava-se até muito recentemente que a ictiofauna marinha brasileira fosse bastante pobre e composta por espécies, em sua quase totalidade, com ampla distribuição na margem ocidental do oceano Atlântico. No entanto, o aperfeiçoamento dos instrumentos óticos de observação e fotografia e dos equipamentos de mergulho autônomo permitiu constatar que essa ictiofauna é mais rica e diversificada do que se supunha. Isso pode ser demonstrado com os peixes que vivem em recifes (ver 'O que são recifes?'). Para se ter uma idéia, das cerca de 400 espécies de peixes recifais hoje reconhecidas em águas brasileiras, estima-se que mais de 50 sejam endêmicas (ou seja, só existem aqui). Destas, a grande maioria foi descoberta nos últimos 20 anos.

Além de peixes, espécies de muitos outros organismos, como corais, crustáceos e moluscos, também são endêmicas de águas brasileiras. Essa área de endemismo, uma das várias reconhecidas em ambientes recifais do Atlântico, é chamada por alguns ▶

O QUE SÃO RECIFES?

Recifes são ambientes de fundo consolidado, isto é, resistentes à ação de ondas e correntes marinhas. Podem ter origem biogênica ou não (figura 3) e servem de moradia para grande variedade de organismos. Recifes biogênicos – os chamados recifes de coral – são formados por organismos marinhos (animais e vegetais) providos de esqueleto calcárioo, destacando-se os corais pétreos. Esses organismos crescem uns sobre os outros ao longo dos anos, criando um ambiente cheio de reentrâncias, nas quais se estabelece grande variedade de peixes e invertebrados. Os recifes de coral estão entre os ecossistemas mais produtivos e ricos em biodiversidade, só comparáveis às exuberantes florestas tropicais, e desenvolvem-se em áreas rasas e quentes afastadas da desembocadura de grandes rios. No Brasil, diferentes tipos de recifes orgânicos são encontrados na região Nordeste (ver 'S.O.S. corais', em *CH* nº 26).

Recifes de origem inorgânica também podem ser de diversos tipos. Os costões rochosos, formados onde o mar se encontra com rochas do embasamento cristalino, representam o tipo predominante nas regiões Sudeste e Sul. Beirando grande parte da costa do Nordeste são encontrados os recifes de arenito, formados pela compactação sedimentar de linhas de praia antigas. Existem ainda recifes artificiais, estruturas construídas pelo homem para os mais diversos fins, que acabam servindo de base para o estabelecimento de algas e invertebrados. Estes, por sua vez, atraem os peixes que ali vêm buscar alimento e refúgio. Os pescadores sabem que pilares de pontes, dutos submarinos, quebra-mares, plataformas de petróleo ou navios naufragados são excelentes atrativos para peixes recifais. Em algumas regiões, recifes artificiais são lançados ao mar com o objetivo específico de incrementar a pesca.

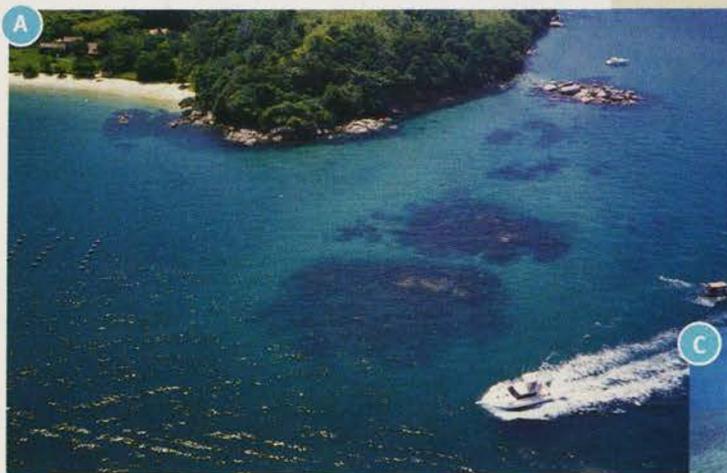
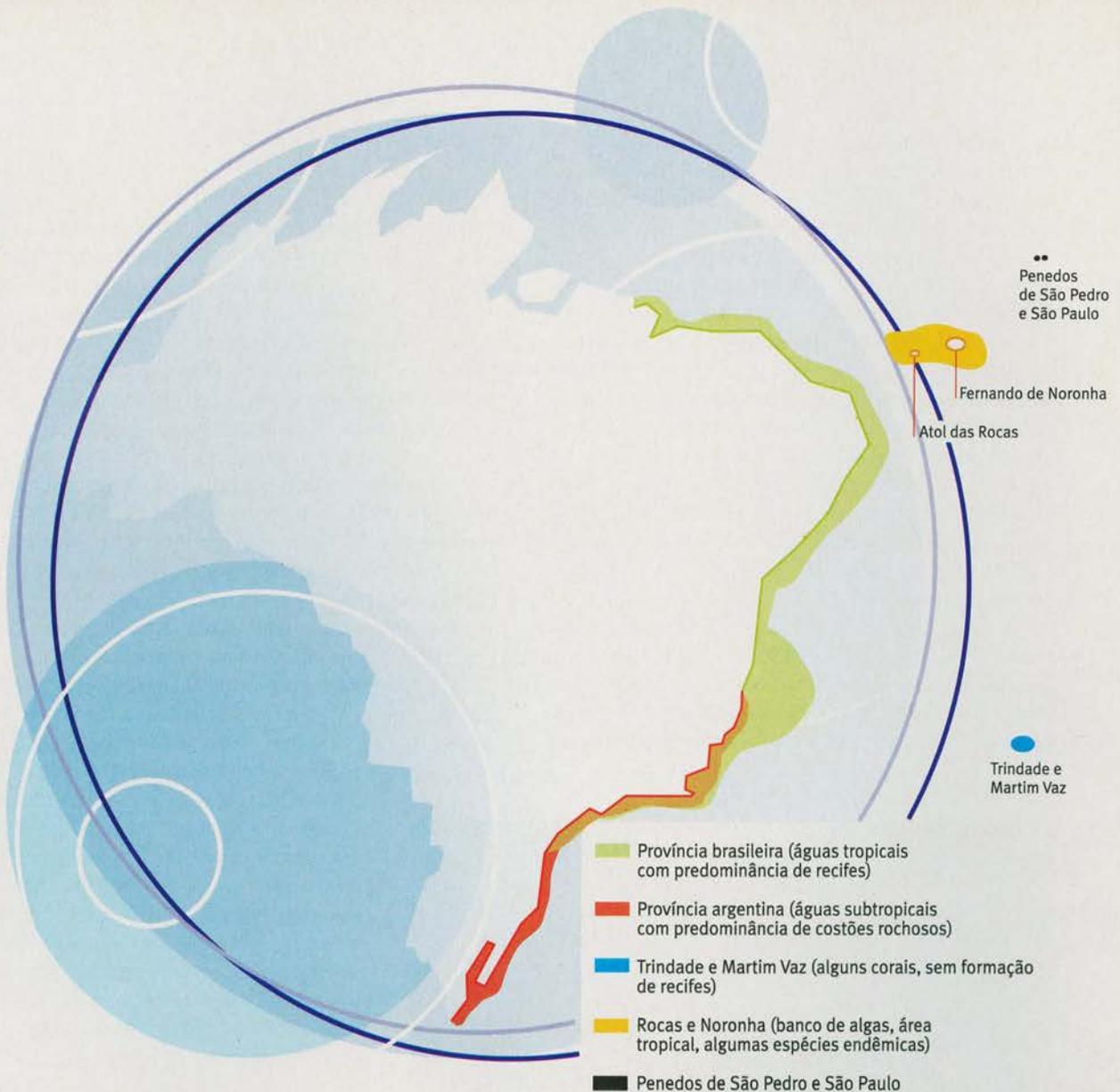


Figura 3. Alguns dos diferentes tipos de recifes encontrados no Brasil: recife rochoso com pouca cobertura de corais da baía da Ilha Grande, no Rio de Janeiro (A); recife rochoso com rica cobertura de corais de Abrolhos, na Bahia (B); e chapeirões do Parcel das Paredes, na Bahia, de origem 100% orgânica (C)

Figura 4. As zonas de endemismo (ou províncias zoogeográficas) existentes no mar brasileiro são a 'província brasileira' (em verde), a província argentina (em vermelho), as ilhas de Trindade e Martim Vaz (em azul), o arquipélago de Fernando de Noronha e o atol das Rocas (em amarelo), e os penedos de São Pedro e São Paulo (em preto) e outras resultantes da combinação de duas ou mais destas



de 'província brasileira', e inclui essencialmente os recifes tropicais distribuídos do Maranhão até Santa Catarina. Mas não é a única província nas águas territoriais do país. A costa das regiões Sul e Sudeste abriga elementos de uma fauna subtropical pertencentes a outra área de endemismo, a 'província argentina'. Além dessas duas, outras áreas apresentam, cada uma, fauna singular: o atol das Rocas, o arquipélago de Fernando de Noronha, as ilhas de Trindade e Martim Vaz e os penedos de São Pedro e São Paulo (figura 4). Diversas novas espécies de peixes endêmicas dessas ilhas foram recentemente descobertas.

Como surgem os endemismos

Mas por que existem espécies endêmicas de peixes recifais na costa brasileira e em nossas ilhas, se todos os oceanos estão interligados? Por que os

peixes não estão distribuídos de forma homogênea em todos os mares do mundo? A resposta depende da combinação de conhecimentos que vão desde os aspectos básicos da biologia desses animais até a formação e deslocamento de ilhas e continentes, passando pelo entendimento sobre dinâmica de populações e teorias evolutivas.

O primeiro aspecto relevante diz respeito à capacidade de dispersão dos organismos. Peixes grandes, que nadam ativamente em oceanos abertos, como os atuns, têm grande capacidade de dispersão e, portanto, tendem a apresentar ampla distribuição geográfica. Já os peixes que dependem dos recifes para obter alimento e abrigo deslocam-se pouco e, assim, tendem a viver em áreas geográficas restritas. Além disso, os peixes recifais podem apresentar dois modos reprodutivos básicos: o pelágico, no qual os ovos são lançados diretamente na coluna d'água, onde se dispersam ao sabor das correntes até a eclosão; e o demersal, no qual os ovos têm

propriedades aderentes, sendo depositados sobre superfícies duras no fundo e protegidos pelos pais até a eclosão.

Embora em ambos os casos a larva gerada passe por uma fase planctônica inicial, esse período normalmente tem maior duração na reprodução pelágica. Em consequência, peixes recifais com reprodução demersal tendem a ocupar uma área ainda mais restrita. De fato, a maioria das espécies recentemente descobertas na costa brasileira vive em recifes e tem estratégia reprodutiva demersal.

O segundo aspecto importante para o surgimento dos endemismos diz respeito à história da Terra, ou seja, ao mosaico de eventos paleogeográficos, tectônicos, eustáticos, climáticos e oceanográficos que, ao longo de milhões de anos, isolaram, uniram e extinguíram populações de organismos, em um processo intimamente ligado à evolução dos mesmos (ver 'Rastros de um mundo perdido', em CH nº 15). Que eventos, então, teriam contribuído para a formação dessas áreas de endemismo em águas brasileiras? Estudos recentes indicam que os últimos ciclos glaciais, ocorridos no Pleistoceno, tiveram papel decisivo nesse processo.

Nesses ciclos, que duraram milhares de anos, a Terra alternou períodos frios e quentes. Nos períodos frios, ocorreram o estreitamento da zona tropical (como se os trópicos de Câncer e Capricórnio se

deslocassem para perto do Equador) e o recuo do nível do mar, causado pelo aumento do volume de água retido nas calotas polares. Durante a chamada 'regressão' do Pleistoceno Superior (entre 16 mil e 14 mil anos atrás), a superfície do mar estava 130 m abaixo do nível atual, o que expôs grande parte da plataforma continental ao longo da costa brasileira. Também ficaram expostos os cumes das cadeias submarinas Vitória-Trindade e de Fernando de Noronha (seqüências de montanhas hoje submersas, situadas entre o continente e essas ilhas), permitindo o fluxo gênico entre as populações da costa e das ilhas.

Quando a Terra se reaqueceu, entre 14 mil e sete mil anos atrás, o nível do mar subiu gradualmente até chegar ao nível atual. Com isso, a faixa litorânea continental recuou e os cumes dessas cadeias submergiram. Desde então, Trindade e Fernando de Noronha estão separados do continente por uma extensa faixa de mar, o que levou ao isolamento e diferenciação de algumas populações residentes (figura 5).

Apesar de todas essas descobertas, o que conhecemos atualmente sobre as espécies de peixes recifais brasileiros, suas distribuições, suas relações evolutivas e os processos históricos que as originaram está, de modo geral, muito aquém do que se conhece para outras regiões do mundo.



FOTO R. ZALLUAR



FOTOS J. L. CASPARINI



Figura 5. Alguns pares de peixes recifais revelam a diferenciação ocorrida após o último ciclo glacial entre espécies endêmicas da ilha da Trindade (à esquerda) e espécies endêmicas da costa continental brasileira (à direita): no alto, *Malacoctenus oceanicus* e *Malacoctenus* sp.; embaixo, *Stegastes trinidadensis* e *Stegastes fuscus*

Figura 6. A diversidade dos peixes recifais endêmicos de águas brasileiras pode ser demonstrada pelo grande número de espécies recentemente descobertas, muitas ainda sem nome na literatura científica: nesta página, *Prognathodes* sp. e *Gramma brasiliensis*; na página da direita, *Clepticus* sp., *Ptereleotris* sp. e *Opistognathus* sp.

Conhecer para explorar racionalmente

Conhecer melhor os padrões históricos, as interações ecológicas, as relações evolutivas e outros processos biológicos envolvendo os peixes recifais existentes no Brasil é fundamental para que se possa administrar racionalmente essa riqueza, que pode ser coletivamente tratada como a biodiversidade dos recursos ictiológicos recifais brasileiros. Sua importância pode ser ilustrada pelo fato de que tais recursos são uma importante fonte de proteína para as populações litorâneas, além de serem explorados comercialmente por empresas de pesca e para a aquariofilia. Só na região Sudeste, por exemplo, são capturadas 3,5 mil toneladas de peixes recifais comestíveis por ano.

O comércio de organismos ornamentais recifais, que movimenta US\$ 28 bilhões por ano no mundo todo, também é atuante no Brasil: algumas empresas coletam peixes ornamentais tanto para venda local quanto para exportação. O turismo, que no país é mais desenvolvido no litoral, também depende da manutenção da integridade dessa biodiversidade, notadamente no caso do turismo ecológico.

No entanto, a lacuna no conhecimento dessa fauna é tão grande que muitas espécies de peixes recifais brasileiros, comestíveis ou ornamentais, exploradas ou potencialmente exploráveis, ainda não têm nome na literatura científica (figura 6).

Não existem, para muitas formações recifais da costa brasileira, levantamentos ictiofaunísticos satisfatórios. Além disso, ao contrário do que ocorre com os recursos pesqueiros, quase nada se sabe sobre o estado de conservação ou disponibilidade de exploração comercial dos peixes ornamentais marinhos do Brasil.

Essa carência de pesquisas que envolvam estimativas do número de indivíduos em populações sel-



vagens faz com que estudos baseados em coleções zoológicas representem uma importante ferramenta no julgamento sobre o *status* de conservação das espécies. Assim mesmo, o número de especialistas em sistemática (classificação de seres vivos) e os recursos disponíveis para a manutenção de coleções científicas não vêm acompanhando a demanda gerada pela crise ambiental. Por isso, o Brasil é tido no plano internacional, incorretamente, como um país com poucos problemas quanto à conservação de peixes recifais.

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza, de todos os peixes endêmicos do Brasil, só o peixe-donzela (*Stegastes sanctipauli*) e o peixe-borboleta (*Chaetodon obliquus*), ambos encontrados apenas nos penedos de São Pedro e São Paulo, estão ameaçados. A inclusão de outros peixes recifais brasileiros na lista das espécies ameaçadas – entre elas duas espécies de cavalo-marinho e algumas de serranídeos de grande porte, entre eles o mero (*Epinephelus itajara*) e o badejo-de-areia (*Mycteroperca microlepis*) – deveu-se a especulações baseadas em levantamentos feitos em outras regiões, e não na nossa costa.

Será que *S. sanctipauli* e *C. obliquus* são as únicas espécies de peixes recifais cujos estoques estão ameaçados no Brasil?

Os possíveis danos da pesca

A pesca, seja de peixes usados como alimento ou ornamento, é uma atividade econômica como qualquer outra, que gera emprego, bens de consumo e circulação de capital. No entanto, se executada de modo desmedido pode trazer danos irreparáveis aos

estoques naturais. Nos últimos anos, por exemplo, empresas de coleta de peixes ornamentais marinhos deslocaram-se do estado do Rio de Janeiro para o Espírito Santo, onde os estoques ainda não estão exauridos. A coleta desses organismos também é intensa no Nordeste, em especial na Bahia e no Ceará, onde muitos peixes capturados morrem antes mesmo de chegar às lojas, em função do uso de técnicas não apropriadas de manuseio e estocagem.

Se o extrativismo descontrolado compromete os estoques, que dizer de alterações dos ambientes costeiros geradas pela ocupação humana desordenada, pelo despejo de efluentes tóxicos, por modificações do fundo oceânico produzidas pela pesca de arrasto, pela mineração de bancos de algas calcárias e pelo extrativismo também descontrolado de corais e rochas incrustadas com invertebrados (conhecidas na aquariofilia como 'rochas-vivas')?

Na verdade, é possível que muitas áreas superexploradas pela pesca sejam recolonizadas naturalmente, já que as larvas produzidas em regiões adjacentes não impactadas podem colonizar as áreas degradadas. No entanto, um costão rochoso substituído por uma parede de brita, um manguezal aterrado ou uma baía onde haja despejo de resíduos tóxicos só recuperam a biodiversidade original através de processos que podem durar décadas e custar fortunas. A atual baía da Guanabara certamente não lembra nem de longe aquela estudada por Miranda Ribeiro no início do século, apesar do orçamento de US\$ 793 milhões do programa de despoluição dessa baía (ver 'As águas da Guanabara: despoluir ou sanear?', em *CH* n° 155).

A situação dos ambientes costeiros do Brasil certamente não deve ser analisada com romantismo. Há grandes concentrações populacionais de baixa renda no litoral, o que torna muito difícil conter a exploração desordenada de riquezas renováveis. Muita coisa ainda precisa ser feita para garantir que empresas de extrativismo, indústrias poluidoras ou comunidades litorâneas respeitem a legislação ambiental. Imaginar



que o quadro irá mudar de uma hora para outra é ingenuidade. Diante de tal perspectiva, o que pode ser feito? Independentemente das possíveis estratégias político-econômicas para o desenvolvimento do país, uma constatação se impõe: não há como gerenciar biodiversidade sem conhecer em detalhes as unidades biológicas básicas envolvidas, ou seja, as espécies.

A seleção de áreas para preservação, por exemplo, exige o conhecimento prévio dos níveis de



biodiversidade, e estes, por sua vez, só podem ser estabelecidos através de levantamentos faunísticos. Por outro lado, não há como cobrar da população iniciativas de preservação desses recursos sem investir em educação ambiental, o que deveria ser incentivado através da construção e manutenção de museus de história natural ou outras exposições informativas sobre biodiversidade. Da mesma forma, não há como esperar um uso sustentado dessa riqueza, no Brasil, sem a conscientização prévia das pessoas envolvidas, direta ou indiretamente, com a exploração de recursos biológicos. ■



Sugestões para leitura

- AMORIM, D. S. *Elementos básicos de sistemática filogenética*, São Paulo, Sociedade Brasileira de Entomologia, 1997.
- FIGUEIREDO, J. L. e MENEZES, N. A. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*, São Paulo, Museu de Zoologia (USP), 1978 a 2000 (seis volumes).
- HETZEL, B. e CASTRO, C. B. *Corais do sul da Bahia*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1994.
- PAIVA, M. P. *Recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil*, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1997.

Ainda em fase de transição, a reforma do setor elétrico brasileiro enfrenta muitas incertezas. Ao contrário dos de outros países no mundo, cujas reformas foram realizadas diante de um mercado maduro e uma sobrecapacidade instalada de geração elétrica, o nosso passa por transformações profundas ao mesmo tempo em que necessita responder a um considerável risco de desabastecimento elétrico.

Essa questão gera um impasse entre a lógica de longo prazo, que busca em princípio a alocação eficiente dos recursos, e a necessidade de, no curto prazo, resolver o problema do risco de desabastecimento. Nesse contexto, desempenha papel importante o comportamento estratégico dos agentes no novo mercado de energia brasileiro.

**Alexandre Salem Szklo e
Ricardo Gorini de Oliveira**
*Programa de Planejamento
Energético, Coordenação
dos Programas de Pós-graduação
em Engenharia, Universidade Federal
do Rio de Janeiro*

Incertezas e r

scos da reforma do setor elétrico

A crise energética com que se depara o Brasil pode ser bem caracterizada por uma variável-chave: o risco de déficit. Em linhas gerais, trata-se de um parâmetro que indica a confiabilidade da oferta de energia do sistema elétrico brasileiro através da estimativa da probabilidade de esse sistema não conseguir, em um determinado momento, atender à demanda de energia elétrica nas várias regiões do país.

Esse risco está também inversamente relacionado à margem de reserva do sistema, que é basicamente uma medida do saldo entre a capacidade da oferta e a solicitação do mercado de energia elétrica. Por exemplo, em 18 de agosto de 1997, o Sistema Interligado Sul-Sudeste-Centro-Oeste registrou um pico de demanda de 40,4 gigawatts (ou bilhões de watts, esta última unidade de potência elétrica) contra uma capacidade efetiva de geração, descontadas as unidades em manutenção, de 42 gigawatts. Isso representou uma reserva de apenas 3,9%. Portanto, quanto maior o risco de déficit, menos confiável é o sistema elétrico e menor é a margem de reserva com que ele trabalha.

Vale destacar também algumas peculiaridades do mercado de energia elétrica. O consumo de energia elétrica dos diferentes setores da economia não é uniforme, tendo características sazonais ao longo do ano. Por exemplo, nos meses mais quentes do ano, é maior o uso de aparelhos de ar-condicionado. Existem também as características diárias: em determinados horários, ocorre um pico de consumo de eletricidade em certos equipamentos, como o chuveiro elétrico.

Assim, o pico da demanda de eletricidade (a chamada demanda máxima, a de 'ponta') ocorre poucas

horas ao longo do ano, o que fica bem representado pela curva de duração de carga (figura 1), que relaciona os níveis da demanda de potência elétrica (carga) com as horas do ano. Isso faz com que o sistema elétrico esteja sempre sobredimensionado, ou seja, dimensionado para atender uma demanda que ocorre poucas horas por ano. Isso também acaba por distinguir as usinas de geração elétrica segundo suas capacidades de percorrer essa curva e suas próprias características técnico-econômicas. Em princípio, usinas de elevado custo de capital e baixo custo operacional têm mais vocação para atender a base da curva de carga, sendo a ponta, em geral, atendida por usinas de baixo custo fixo e maior custo operacional.

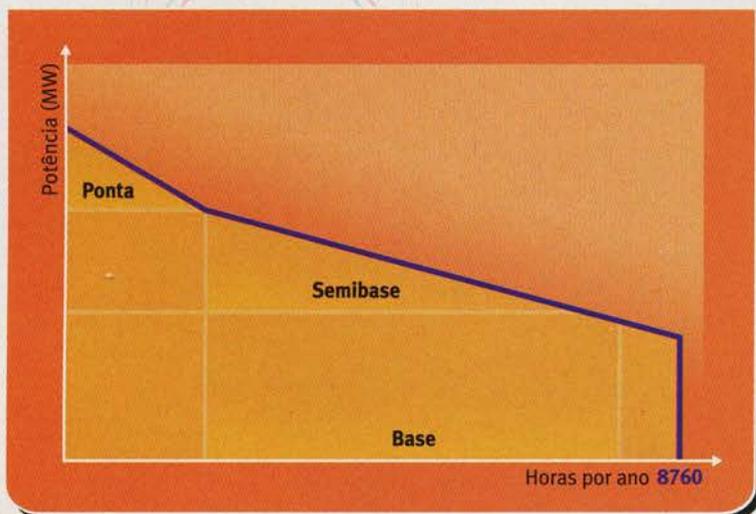


Caráter alarmante

Os riscos de déficit elevados do sistema elétrico brasileiro estão relacionados tanto à dificuldade de este sistema atender o consumo de energia ao longo do ano quanto à falta de confiabilidade de seu suprimento para a ponta da curva de carga. Podem-se associar a esses riscos valores econômicos, através da estimativa do custo do déficit, que se refere diretamente à possibilidade de racionamento de energia, e do custo de interrupção, que constitui o valor atribuído pela sociedade para os custos associados a um corte intempestivo de energia, causado, por exemplo, por uma potência disponível inferior à demanda de pico.

As previsões do Plano Decenal de Expansão 2000-2009 para os riscos de déficit dos próximos anos do sistema elétrico brasileiro são preocupantes. Sul, Sudeste e Centro-Oeste trabalhariam, este ano, com um risco de 11,9%. Já no Sistema Norte/Nordeste o risco seria de 10,9%.

Figura 1. Exemplo de curva de duração de carga



Para se dimensionar o caráter alarmante dessas estimativas, basta mencionar que, tradicionalmente, o setor elétrico brasileiro sempre programou a seqüência de obras de construção e expansão de usinas, bem como a ampliação de linhas de transmissão, de forma que a probabilidade de déficit, em qualquer ano do horizonte de planejamento, não fosse superior a 5%.



Corda no pescoço

Outro ponto importante relacionado ao elevado risco de déficit deriva de características básicas do parque gerador brasileiro atual. Em 1999, cerca de 88% da capacidade instalada de geração elétrica brasileira (incluindo 50% de Itaipu) eram de origem hidrelétrica. Assim, o risco de déficit está intimamente relacionado à energia armazenada nos reservatórios das usinas hidrelétricas, energia que, por sua vez, depende basicamente do nível de água. Isso nos leva a duas considerações fundamentais:

- a) a crise energética brasileira, objetivamente caracterizada pelo risco de déficit, é marcada pela queda do nível de água nos reservatórios brasileiros;
- b) em curto prazo, um aumento da vazão afluyente nos reservatórios pode gerar um excedente de oferta de energia nas hidrelétricas, denominado 'energia secundária', que tem baixo custo comparado à energia elétrica gerada por outras fontes, como o gás natural consumido em centrais termelétricas.

Por fim, outras duas características importantes que afetam as previsões de risco de desabastecimento são a heterogeneidade e o grande potencial de crescimento do mercado de energia elétrica brasileiro. Estudos indicam que, nos próximos 10 anos, a taxa de crescimento da demanda de energia elétrica no Brasil deverá ficar em torno de 5% ao ano. Esse valor é alto e indica que a oferta ao fim de uma década deverá ser aproximadamente 60% maior do que é hoje. Esse percentual também reflete a heterogeneidade do consumo no país (figura 2), principalmente no setor residencial. Por exemplo, o consumo médio mensal de uma casa no Nordeste é igual a 54% do consumo médio mensal de uma no Sudeste.

Diante de um mercado de energia elétrica em expansão e na falta de investimentos em geração e transmissão, o risco de déficit tende a assumir valores elevados, expondo o país a incertezas e vulnerabilidades relevantes. Há a necessidade premente de garantir o abastecimento do mercado brasileiro de energia elétrica nos próximos anos e postergar uma possível crise energética (ou de desabastecimento). O problema é que o Brasil está com a 'corda no pescoço' e precisa investir, em curtíssimo prazo, na expansão de sua capacidade instalada de geração elétrica.

Usina termelétrica da CSN, em Volta Redonda (RJ)



Energia secundária

O Brasil realiza as reformas do seu setor elétrico diante de elevados riscos de déficit e da dificuldade em obter recursos para investir na expansão da capacidade instalada – o que justifica, em grande parte, seu programa de privatização.

As transformações do setor elétrico brasileiro apontam para um maior uso da geração termelétrica à base de gás natural. De especial importância, nesse contexto, mostram-se as importações de gás da Bolívia e da Argentina. No entanto, até 1999, esperou-se em vão que o setor privado respondesse rapidamente aos estímulos institucionais e passasse a investir em geração elétrica no país. A opção tecnológica provável desse setor seria a geração termelétrica a gás, em função da oferta crescente desse energético no país, dos baixos custos fixos das tecnologias de geração a gás e do menor tempo de construção das usinas termelétricas. Além disso, o gás natural é um combustível relativamente limpo: sua queima emite menores quantidades de poluentes atmosféricos do que, por exemplo, a queima de carvão ou de derivados de petróleo.

Contudo, além do ambiente de incerteza institucional, em que as regras do jogo ainda estão sendo definidas, alguns fatores geraram um clima de incerteza no país, fazendo com que o setor privado não assumisse os possíveis riscos do segmento de geração elétrica. Entre esses fatores, estão a rigidez dos contratos de transporte de gás (na modalidade *take-or-pay*); a própria vulnerabilidade do mercado de gás, que não tem um consumidor cativo e ainda não está adequadamente regulado; a cotação em dólar desse energético, enquanto a eletricidade gerada nas termelétricas está cotada em real; e a dificuldade de indexação do preço-base do gás.

Além disso, por ser a geração hidrelétrica predominante no Brasil, existe a possibilidade de, em períodos úmidos, haver geração de energia secundária.

Figura 2. Consumo médio por residência

	KILOWATT-HORA/RESIDÊNCIA/MÊS			
	1970	1980	1990	1997
Norte	84	143	158	165
Nordeste	74	88	98	111
Sudeste	116	157	179	204
Sul	76	116	152	173
Centro-Oeste	103	136	165	185
Brasil	103	135	155	175



MARCUS ALMEIDA/BRASIL ENERGIA



Incertezas e consumidores livres

Em consonância com outros países no mundo, o atual contexto do setor elétrico brasileiro é de mudanças. Ele encontra-se em fase de transição, migrando de uma estrutura totalmente 'verticalizada' e monopolista, sob a proteção de empresas públicas, para uma estrutura 'desverticalizada' e concorrencial, calcada em empresas privadas de distribuição, geração e comercialização de energia elétrica.

O programa de privatizações já gerou pouco mais de R\$ 20 bilhões, com a venda de 15 distribuidoras de eletricidade. Isso fez com que cerca de 60% do mercado de distribuição ficasse sob o controle privado, bem como de três grandes geradoras, a Gerasul, a Cesp Paranapanema e a Cesp Tietê (figura 3).

Nessa transição, há ainda incertezas quanto ao futuro. Um marco importante foi a Lei nº 9.074/1995, que capacitou os chamados 'consumidores livres' a escolher seus fornecedores de energia elétrica e reduziu o segmento cativo do mercado de eletricidade. Outro marco regulamentário importante foi o estabelecimento do livre acesso às redes de transmissão e distribuição, tema das resoluções 281, 282 e 286 de 1999.

Diferentemente do modelo monopolista estatal, o novo modelo traz duas formas possíveis de compra de energia elétrica. A primeira é através do mercado de curto prazo (*spot*), passando pelo Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), instituído mediante um acordo de mercado (Decreto 2.655/1998). A segunda é por contratos bilaterais de longo prazo. Os chamados 'consumidores cativos', que não podem participar do MAE, são supridos por concessionárias de distribuição, cujos preços são regulados pelo órgão competente, no caso a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

TOTO/ABERTURA (P. 46) E VAS/STONE/IMAGES

dária a preços bem reduzidos, o que, em um mercado competitivo, seria danoso para as usinas termelétricas. O investidor na geração termelétrica a gás espera poder operar a maior parte do tempo ao longo da curva de carga, vendendo energia e recuperando seu investimento no menor tempo possível.

Figura 3.
Resultados
do processo
de privatização
no Brasil

Em uma situação de disponibilidade de energia secundária das hidrelétricas, duas situações são possíveis:

a) as usinas 'vertem' água sem gerar energia elétrica a baixo custo, o que significa mau uso da capacidade instalada ou desperdício (ou alocação ineficiente dos recursos), bem como custo maior da energia para o consumidor final, que assim paga mais pela energia de termelétricas;

b) as térmicas a gás reduzem sua operação em prol de uma energia de menor custo, o que é indesejável para os investidores privados, pois retira sua

NOME	DATA PRIVAT.	ÁREA	GRUPOS COMPRADORES	PREÇO R\$ MILHÕES	% VENDIDA	ÁGIO %
ESCELSA	2/07/95	ES	IVEN S.A. GTD Participações	385,0	50,00	11,78
LIGHT RIO	1/05/96	RJ	AES, Houston, EDF, CSN	2.230,0	51,00	0,00
CERJ	20/11/96	RJ	Endesa (Esp), Enersis, EDP	605,3	70,26	30,27
COELBA	1/07/97	BA	Iberdrola, Brasilcap, Previ, BBDTVM	1.730,9	65,64	77,38
CEEE (CO) Aes-Sul	1/10/97	RS	AES	1.510,0	90,91	93,56
CEEE (NNE) RGE	1/10/97	RS	CEA, VBC, Previ	1.635,0	90,75	82,70
CPFL	5/11/97	SP	VBC, Previ, Fundação CESP	3.015,0	57,60	70,10
ENERSUL	9/11/97	MS	Escelsa	625,6	76,56	83,79
CEMAT	7/11/97	MT	Grupo Rede, Inepar	391,5	85,10	21,09
ENERGIPE	3/12/97	SE	Cataguazes, Uptick	577,1	85,73	96,05
COSERN	11/12/97	RN	Coelba, Guaraniãna, Uptick	676,4	77,92	73,60
COELCE	2/04/98	CE	Consórcio Distriluz (Enersis Chilectra, Endesa, Cerj)	867,7	82,69	27,20
ELETROPAULO	5/04/98	SP	Light	2.026,0	74,88	0,00
CELPA	9/07/98	PA	QMRA Participações (Grupo Rede e Inepar)	450,3	54,98	0,00
ELEKTRO	16/07/98	SP/MS	Grupo Enron Internacional	1.479,0	46,60	98,94
CACH.DOURADA	5/09/98	GO	Endesa/Edegel/ Fundos de Investimentos	779,8	92,90	43,49
GERASUL	15/09/98	RS	Tractebel (Belga)	945,7	50,01	0,00
BANDEIRANTE	17/09/98	SP	EDP (Pt); CPFL	1.014,0	Não disponível	0,00
CESP Paranapanema	28/07/99	SP	DUKE ENERGY	1.239,0	38,66	90,21
CESP Tietê	27/10/99	SP	AES	857,50	38,66	18,82
TOTAIS				23.040,8		

propensão a investir em geração elétrica ou aumenta o risco de seu investimento.



O problema do desabastecimento

Para garantir o abastecimento do mercado brasileiro de energia elétrica nos próximos anos e postergar a crise energética, o governo acena com o Programa Prioritário das Termelétricas, mediante o qual, independentemente da disponibilidade de energia secundária nas hidrelétricas, garante-se a remuneração das termelétricas consideradas 'emergenciais', ou seja, que necessitam ser instaladas em curtíssimo prazo em função dos elevados riscos de déficit do sistema. No entanto, trata-se, como enfatizamos, de uma solução de curtíssimo prazo com efeitos negativos mesmo no curto prazo.

Em realidade, percebe-se o impasse entre a solução de expansão do sistema elétrico brasileiro no médio prazo e a solução de curto prazo para o problema do desabastecimento. No médio prazo, por exemplo, um aproveitamento energeticamente mais eficiente do gás natural se daria em centrais industriais de geração combinada de calor e eletricidade (co-geração). Além de aumentarem a disponibilidade de energia elétrica no sistema, essas centrais garantiriam um consumo regular de gás na geração do vapor destinado à produção de bens e serviços industriais. Isso independe da disponibilidade de energia secundária nas hidrelétricas.

No entanto, o governo brasileiro ainda não definiu regras adequadas para promoção da co-geração, o que significa que, apenas para alguns poucos empreendimentos (por exemplo, as centrais de co-geração instaladas em refinarias brasileiras), ela pode ser tratada como uma solução de curtíssimo prazo.

Embora um dos objetivos da reforma fosse diminuir o grau de intervenção do governo no mercado de energia elétrica – em especial no segmento de geração –, as características técnico-físicas do sistema elétrico brasileiro, bem como o recente comportamento estratégico dos agentes, explicam o elevado intervencionismo governamental, através do programa emergencial citado. Em seguida, analisaremos essa questão.



Comportamento dos agentes

Na figura 3, estão representadas as empresas que foram privatizadas e seus respectivos grupos controladores. São cerca de 24 deles, autônomos e de várias nacionalidades, tamanhos e estratégias.

Alguns fatores têm provocado alterações na indústria mundial de energia, aumentando a rivalida-

de entre os participantes dessa indústria. As empresas do hemisfério Norte, dos Estados Unidos e da Europa atingiram escala e fatia de mercado cuja superação é difícil, pois a competitividade é exacerbada e eficaz. Na Europa, com a nova moeda (euro) e a formação da União Européia, a competitividade já não obedece a fronteiras, exigindo que cada empresa elimine seus pontos fracos. Nos Estados Unidos, os mercados estão sendo desregulamentados em prol da maior concorrência.

Advêm, então, duas linhas de ação. Primeiramente, a busca de alianças estratégicas para o fortalecimento de posições. Em segundo lugar, a expansão geográfica para mercados potenciais, sempre procurando ocupar nichos mais rentáveis e diversificar atividades. Assim, mercados como China, Índia, Brasil e Tailândia têm grande importância estratégica.

No setor elétrico, as corporações globais (*global players*) agem geralmente formando redes de negócios diversificados em vários territórios, cada um deles atendido por um grupo cujos laços estratégicos crescem com o tempo. Combinam nichos de consumo e visão geopolítica para formar suas 'redes', independentemente das fronteiras nacionais. Praticamente, a maioria das corporações de energia que têm atuado no Brasil procura direcionar seus negócios para a infra-estrutura (água-esgoto, lixo, telecomunicações, gás e energia elétrica). Em realidade, estruturam-se como empresas de logística: logísticas de movimentação de dados (infovia), de gases e óleos (gasodutos e oleodutos), de energia elétrica e de água.



Poder de pressão e barganha

No Brasil, a etapa de aquisições na indústria de eletricidade, bem como de infra-estrutura, é a primeira de um movimento estratégico dinâmico no qual os grupos, com recursos finitos e competências específicas, realizam as metas pré-definidas por seus planejamentos estratégicos e suas prioridades em médio e longo prazos. Inerente a esse movimento, está o fortalecimento de alianças que ocorre através da troca de participações acionárias ou de aportes cruzados de capital. Isso ocorre em todas as indústrias e se acentua em momentos de reestruturação industrial, como é o caso do setor elétrico.

Os grupos são verdadeiras corporações cujas magnitudes individuais, somadas, superam as de muitos países no mundo. Por exemplo, as receitas anuais somadas perfazem mais de US\$ 150 bilhões, e seus ativos cerca de US\$ 350 bilhões. Atendem a mais de 160 milhões de consumidores e têm cerca de 350 mil funcionários em cerca de 50 países. Essas

Usina nuclear de Angra, em Angra dos Reis (RJ)

corporações globais, com vasta experiência e relevante capacidade de cooperação, também têm poder de pressão e barganha na defesa das questões de interesse comum.

De modo geral, sabem praticar a eficiência produtiva. São também grupos cuja racionalidade intrínseca é a da sobrevivência e a da maximização do retorno para seus acionistas. Assim, não têm interesse em priorizar aspectos sociodistributivos ou questões estratégicas nacionais, como ocupação de áreas remotas, integração nacional, ou políticas energéticas estratégicas semelhantes àquelas do período imediatamente posterior ao primeiro choque do petróleo.

A lógica – própria e justificada da iniciativa privada – fundamenta o interesse desses grupos tanto na verticalização, na diversificação e na expansão geográfica de mercado, para aproveitar economias de escala e escopo, quanto na redução dos custos de transação e na prática de alianças estratégicas e de processos de reestruturação empresarial. Entre essas práticas, podemos citar: programas de demissão voluntária; redução da estrutura hierárquica, aproximando o topo da base; estruturação por centros de negócios acoplados a um único centro operacional, com fluxos de caixas próprios e autônomos; estratégia corporativa reunindo os centros de negócio; recursos humanos e departamentos de compras centralizados regionalmente, para aquisição de competências, capital intelectual e melhoria de processos.



Fragilidades da reforma

A eficiência produtiva era um dos principais objetivos e também a justificativa primeira da reforma do setor elétrico brasileiro. Em si, essa meta não embute questões fundamentais associadas aos serviços de infra-estrutura, como:

a) a necessidade de universalização do consumo em um contexto de altas carências regionais, o que inevitavelmente implica a expansão dos sistemas de geração, transmissão e distribuição;

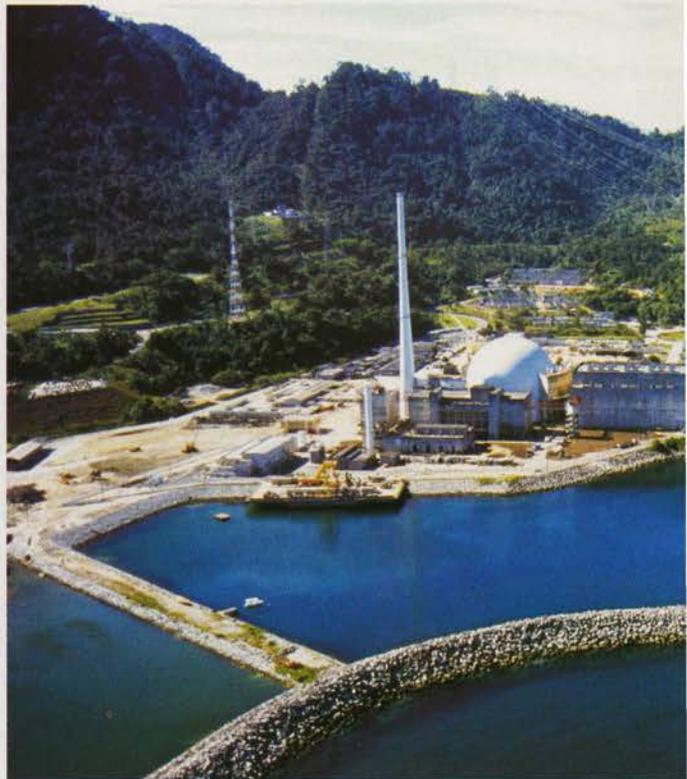
b) a importância da eficiência distributiva, principalmente em um país como o Brasil, onde a distribuição de renda e riqueza é uma das piores do mundo;

c) a eficiência dinâmica, que impulsiona a inovação permanente dentro do setor elétrico e consequentemente do investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D);

d) a questão ambiental;

e) o caráter de monopólio natural e de indústria de rede, próprio ao sistema de transporte de energia;

f) as estratégias de diversificação das concessionárias multisserviços (*multi-utilities*), o que suscita



a problemática da regulação e regulamentação entre indústrias;

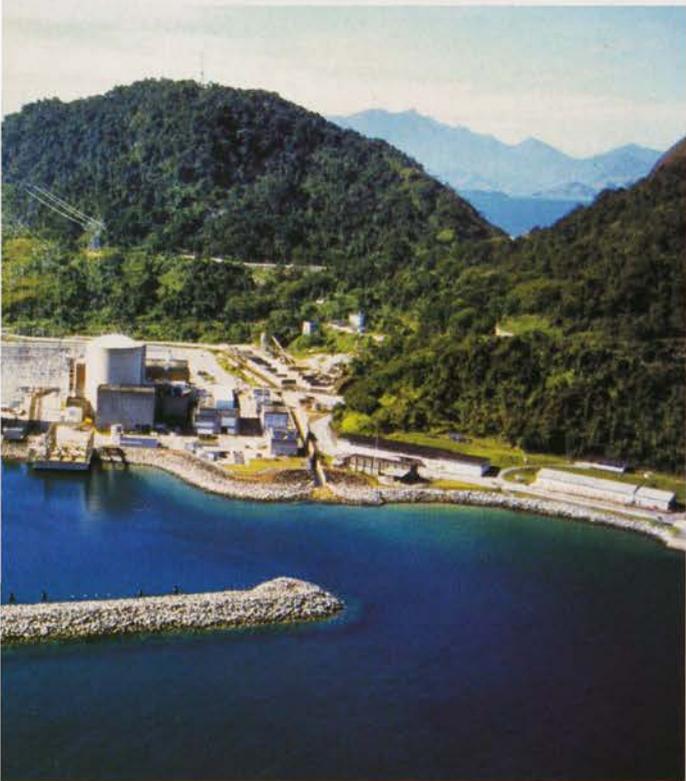
g) o problema da assimetria de informações entre regulador e regulado, o que nos alerta para a necessidade da transparência de informações;

h) o problema de pressões políticas e empresariais sobre o regulador, em função, por exemplo, da falta de tradição regulatória no Brasil;

i) a necessidade de definir fronteiras de competências entre os órgãos responsáveis pelo bom funcionamento setorial.

Não bastassem essas considerações, o Programa Emergencial das Termelétricas pode enfraquecer ainda mais a concepção da reforma dos setores de energia. Ao criar estímulos de longo prazo (20 anos) à entrada de centrais de geração 'prioritárias', esse programa resgata uma prática contestada pelos defensores da reforma, isto é, a instauração de subsídios para grupos privados com grande poder de barganha. Reforça também uma tendência indesejável de cristalização da estrutura oligopólica na indústria de gás natural.

Indiretamente, esse programa sinaliza a flexibilização das regras regulatórias, que, em última instância, pode incentivar investidores a adotarem a estratégia de postergar novos investimentos, para aguardar novas 'concessões' governamentais. Também não deve ser esquecido que, no mercado brasileiro, a energia tem uma demanda muito inelástica em curto prazo, o que coloca o fator 'tempo' a favor dessa estratégia



corporativa, pois a perspectiva de excesso de demanda aumenta o poder de barganha de grupos de interesse em detrimento da sociedade contribuinte.



Estratégia insuficiente

Portanto, esse tipo de intervenção pública no mercado carrega consigo o risco da sistematização da necessidade de contínuas intervenções similares, o que viria a prejudicar a concepção da reforma nos setores de energia. Em realidade, poderia constituir uma situação pior do que a que vinha ocorrendo antes do início das reformas – haja vista o caráter regressivo da transferência de renda da sociedade para grupos privados e a perda de poupança interna líquida resultante de remessas, para fora, de dividendos dos grupos estrangeiros.

De fato, a estratégia dos agentes de decisão mostrou-se insuficiente desde a instauração da abertura acelerada do setor elétrico, tendo sido marcada pela reduzida margem de reserva do parque instalado de geração. Ela se complicou mais ainda frente à falta de regras totalmente definidas e claras de regulação.

No médio prazo, tornam-se fundamentais a definição, a manutenção e a sinalização da permanência de regras transparentes para os agentes institucionais. Por sua vez, no curto prazo, é importante considerar a possibilidade de:

a) aumento dos investimentos públicos em par-

ceria com a iniciativa privada, sem incentivos que distorçam a evolução da estrutura industrial de nenhum setor;

b) a promoção da conservação de energia e eficiência energética;

c) a promoção da co-geração;

d) o estabelecimento de mecanismos de promoção de tecnologias alternativas de geração de menor porte e localizadas junto ao mercado, conhecidas como 'alternativas de geração distribuída', entre as quais estão: a geração eólica, cujo potencial inventariado para o Brasil ultrapassa 20 gigawatts; a geração com gaseificação de biomassa, especialmente o bagaço de cana-de-açúcar, cuja tecnologia já está em fase de implementação em planta-piloto; e, em casos muito específicos, a geração solar, tanto térmica quanto fotovoltaica.



Questão em aberto

Caracterizamos aqui, ainda que de forma abreviada, a crise do setor elétrico brasileiro, enfatizando seus vínculos com a recente reforma por que passou esse setor. Ainda em fase de transição, muitas são as incertezas dessa reforma.

Está claro, porém, que, ao contrário do setor elétrico de países cuja reforma foi realizada em um ambiente de margem de reserva satisfatória (ou baixos riscos de déficit), o brasileiro passa por transformações profundas, ao mesmo tempo em que necessita responder a um considerável risco de desabastecimento elétrico. Isso, de certa forma, fragiliza a capacidade institucional do país de definir políticas e regras perante os investimentos privados. Os motivos são vários, entre os quais se destacam o próprio comportamento estratégico dos agentes no mercado livre de energia elétrica e o ambiente de incertezas institucionais do país.

O Programa Emergencial das Termelétricas, ao conferir incentivos de longo prazo às centrais de geração ditas 'prioritárias', principalmente para a compra de gás e a venda da eletricidade, exemplifica essa questão e ressalta as contradições por que passa atualmente o setor elétrico brasileiro, cuja reforma pretendia aumentar a competição no segmento de geração; porém, diante da crise de abastecimento, acabou por se escorar em incentivos governamentais para viabilizar a entrada de novos investimentos privados.

A questão permanece em aberto, assim como o impasse entre a ótica de longo prazo, que busca, no limite, a alocação eficiente dos recursos, ainda mais em um sistema predominantemente hídrico como o brasileiro, e a de curto prazo, que precisa dar respostas a problemas emergenciais.

Sugestões para leitura

- JANNUZI, G., SWISHER, J. *Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis*, Campinas, Editora Autores Associados, 1998
- LEITE, A. D. *Energia do Brasil*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997
- TOLMASQUIM, M. T., SZKLO, A. S. (coordenadores). *A Matriz Energética Brasileira*, Rio de Janeiro, Energe, Coppe, 2000

Passamos quase um terço da vida dormindo e não sabemos por que ficar tanto tempo sem fazer – aparentemente – nada. Afinal, para que serve o sono? Por que devemos dormir? Embora tenha havido várias tentativas de respostas para tais perguntas, no fundo elas não passam de especulações. A única certeza que temos é a de que, para ‘funcionar’ bem, devemos dormir um certo número de horas por dia. Pesquisas feitas com animais mostram que, mantidos em vigília, eles não conseguem viver mais que duas semanas. Neste artigo fazemos uma revisão da biologia do sono e seus mecanismos e apontamos os mais recentes avanços na área. Nesse particular, destacam-se a expressão de genes ligados ao sono, dados moleculares relacionados a desordens do sono e as funções do sono REM no processamento de memórias.

**Raphael Pinaud,
Samuel Deurveilher
e Kazue Semba**

*Departamento de Anatomia
e Neurobiologia,
Universidade Dalhousie,
Halifax (Canadá)*

Tempo do Processamento d

O sono não é um fenômeno uniforme. Consiste em duas fases distintas – o sono REM (do inglês *rapid-eye movements*, movimentos rápidos dos olhos) e o sono não-REM –, que parecem ter funções diferentes. Há evidências de que este último, que representa a maior parte do tempo total do sono, liga-se à restauração de funções corporais. Ele está associado ao decréscimo de funções autonômicas e ao aumento da liberação do hormônio do crescimento e da prolactina.

O sono REM é um estado em que o corpo parece adormecido mas o cérebro se mantém ativo. Em virtude desse caráter paradoxal, tem atraído a atenção de cientistas desde os relatos originais de sua existência, nos anos 50, pelos neurofisiologistas Eugene Aserinski (1921-1998), Nathaniel Kleitman (1895-1999) e William Dement. O sono REM é necessário para o desempenho de funções normais, e sua falta induz irritabilidade, ansiedade e falta de concentração em humanos mantidos em vigília.

Encerrada a privação, a quantidade de sono REM

de relembrar

e memória durante o sono

ultrapassa temporariamente os níveis normais, o que sugere uma necessidade biológica dessa fase. Do ponto de vista filogenético, parece restrito a mamíferos e pássaros. Sobre a função do sono REM há várias teorias, entre as quais a de que ele é importante no processamento de informações e na consolidação de memórias. É essa idéia intrigante que vamos discutir.

Na sociedade moderna o sono é um importante tema de saúde. As estatísticas mostram que trabalhamos hoje mais horas por dia do que há 10 anos, comprometendo muitas vezes o tempo mínimo de sono necessário para se ter uma vida saudável. Durante o dia, muita gente usa estimulantes amenos, como café, para compensar as poucas horas dormidas; à noite toma pílulas, com o objetivo de ter um sono satisfatório. Além disso, inúmeros acidentes de trabalho ocorrem em consequência de pouco ou nenhum descanso do trabalhador, sobretudo o que exerce funções em horário noturno, como médicos ou motoristas de ônibus e caminhões. E isso

pode sair caro. Diante de tais problemas, são urgentes as terapias efetivamente capazes de resolver distúrbios do sono. Mas, para alcançar esse objetivo, é preciso conhecer com detalhes como o cérebro controla os ciclos de sono e vigília.

O fenômeno do sono

Biologicamente, sono e vigília são estados comportamentais básicos em todos os mamíferos. O sono é identificado tanto por traços comportamentais peculiares, quanto por padrões eletrofisiológicos. Estes últimos podem ser visualizados no eletroencefalograma (EEG), que registra a atividade elétrica do cérebro, e no eletromiograma, que registra a atividade elétrica nos músculos. O sono não se dá de modo aleatório, mas apresenta uma estrutura. Animais de hábitos diurnos, por exemplo, dormem a maior parte da noite, e seu sono é organizado em ciclos. Na ▶

parte superior da figura 1, temos a representação de um período de sono de aproximadamente 90 minutos, em humanos.

Usando sinais comportamentais e registros poligráficos, é possível seguir os estágios do sono de um indivíduo, desde fases leves até as mais profundas, de sono não-REM. Esses estágios caracterizam-se por quantidades diferentes de ondas lentas e pela presença ou ausência de atividade de *spindles* (fusos de sono com atividade rítmica de aproximadamente 14 hertz) no EEG. Ao fim do ciclo, tem lugar um estágio qualitativamente diferente, que dura, em humanos, cerca de 20 minutos. O corpo parece adormecido, mas o cérebro, desperto, exibe padrões de atividade do EEG similares àqueles que ocorrem no cérebro acordado. Esse é o sono REM, que, ao alvorecer, alcança 20-25% do tempo total de sono

em humanos. Cumpre notar que a maioria dos sonhos ocorre nessa fase.

Durante o sono REM, o EEG revela atividade rápida e de baixa voltagem, similar aos padrões observados no estado de vigília, mas há total perda do tônus muscular, em virtude da inibição de neurônios motores, e a respiração é irregular. Há atividades musculares intermitentes, configuradas nos movimentos oculares e nas pequenas contrações faciais e das extremidades.

A quantidade total de sono REM é maior em recém-nascidos do que em adultos, ocupando cerca de 50% do tempo de sono daqueles. Na adolescência, o tempo total de sono REM já é o mesmo da vida adulta e assim permanece por praticamente toda a vida, ao passo que o tempo total de sono decresce com o aumento da idade. A duração maior do sono REM em organismos imaturos levou os cientistas a sugerir que ele tem um papel importante na estimulação do cérebro em desenvolvimento.

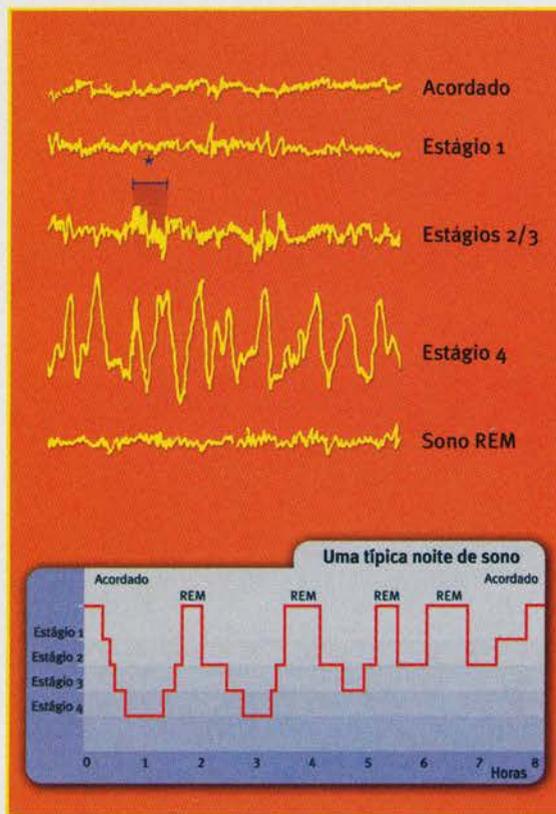


Figura 1. No alto, vêem-se diferentes padrões de EEG durante o ciclo sono/vigília. No estado de vigília predominam atividades rápidas de baixa voltagem; durante o sono (estágios de 1 a 4), aumenta gradualmente a quantidade de atividade lenta de alta voltagem. O asterisco nos estágios 2 e 3 aponta a ocorrência de fusos de sono (*spindles*), uma atividade rítmica de aproximadamente 14 Hz. O padrão de EEG durante o sono REM é semelhante àquele do estado de vigília. Embaixo, sonograma de uma típica noite de sono. Note-se a ocorrência cíclica do sono REM e o aumento de sua quantidade quando o alvorecer se aproxima

Mecanismos cerebrais do sono

O sono REM parece ser controlado por dois grupos de neurônios (núcleos) que interagem entre si. Segundo esse modelo, proposto na década de 1970 pelos neurofisiologistas norte-americanos J. Allan Hobson e Robert W. McCarley, da Universidade de Harvard (Estados Unidos), a ocorrência do sono REM é controlada pela interação dos neurônios REM-off e REM-on. Os primeiros são assim chamados por estar em repouso durante o sono REM. Anatomicamente parecem ser monoaminérgicos – contêm neurotransmissores denominados monoaminas, como a serotonina, nos núcleos da *raphe* dorsal, e noradrenalina, no núcleo *locus coeruleus* – e estão ligados à indução do sono REM por desinibir neurônios REM-on ao final de um período de sono não-REM.

Em contraste, os neurônios REM-on são seletivamente ativados durante o sono REM e parecem ser colinérgicos (utilizam como neurotransmissor a acetilcolina), localizados nos núcleos pedunculo pontino e tegmental laterodorsal (figura 2). Esses neurônios induzem o sono REM liberando o neurotransmissor acetilcolina na formação reticular da ponte, que leva os neurônios reticulares a induzir o 'despertar cortical' e outros elementos do sono REM.

Tais eventos não ocorrem durante a vigília ou o sono não-REM, presumivelmente por causa dos neurônios monoaminérgicos, que inibem os colinérgicos, prevenindo a liberação de acetilcolina e engatilhando o sono REM, cuja indução parece envolver a interação dos neurônios colinérgicos e monoaminérgicos no mesencéfalo. Ainda não se conhece bem

FONTE: HOBSON, 1999

o mecanismo responsável pela ocorrência cíclica e pela cessação abrupta do sono REM.

Sabemos muito pouco sobre os mecanismos cerebrais relacionados ao sono não-REM. Mas tudo indica que duas estruturas cerebrais – a área preóptica do hipotálamo e a formação reticular do bulbo – estejam envolvidas. Estudos recentes mostraram que neurônios de uma região da área preóptica (núcleo preóptico ventrolateral) estão ativos durante o sono não-REM. Esses neurônios, usando o neurotransmissor ácido gama-aminobutírico (GABA), parecem inibir várias populações de células envolvidas no ato de despertar, situadas em partes mais posteriores do cérebro, inclusive neurônios do hipotálamo posterior que contêm histamina. A regulação do sono não-REM parece envolver também fatores humorais, como citocinas e adenosina.

O sono é o extremo de um espectro, cujo extremo oposto é a vigília. Como esta é controlada? Em 1949 os neurofisiologistas Giuseppe Moruzzi (1910-1986) e Horace Magoun (1907-1991) propuseram o conceito de Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA), principal responsável pelo estado de vigília. Eles estimularam a região central do mesencéfalo de gatos anestesiados e descobriram que essa estimulação ativava o EEG cortical. Estudos posteriores, feitos ao longo dos anos 50 e 60, mostraram que a destruição dessa área produzia inativação crônica do EEG e sonolência.

Tais trabalhos, que inauguram a era moderna dos estudos sobre vigília, fundamentaram o conceito de que a ativação cortical é mantida por uma indução excitatória tônica provocada pelos neurônios do centro do mesencéfalo. Sabe-se hoje que o SARA consiste em vias ascendentes neuroquimicamente heterogêneas. No momento, os cientistas estão caracterizando os efeitos da ativação de cada uma dessas vias na ativação cortical e na transmissão sensorial, com o objetivo de definir o papel de cada componente no EEG e da vigília comportamental.

Sono REM, memória e aprendizagem

Estudos feitos com animais e humanos nas últimas três décadas lançaram a idéia de que sono REM e memória estão relacionados. Nossas investigações nesse campo, cujos resultados são aqui apresentados, foram feitas exclusivamente com animais, pelo fato de estes permitirem, em comparação com humanos, maior variedade de procedimentos. Apresentamos também resultados de experimentos comportamentais e eletrofisiológicos feitos por outros neurofisiologistas, principalmente franceses. Consideramos inicialmente os estudos que examinaram

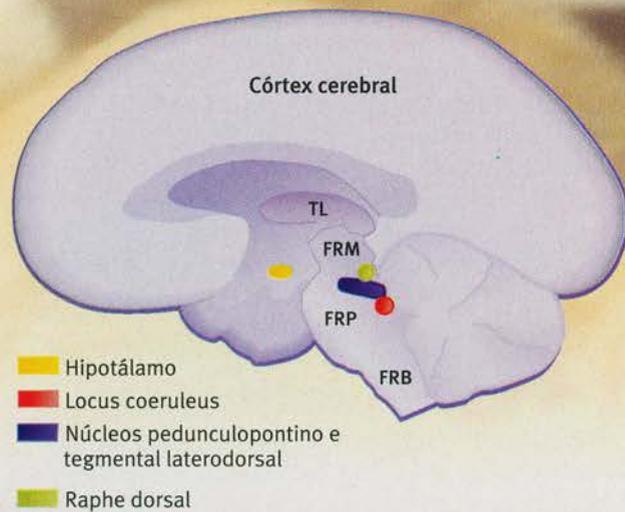


Figura 2. Secção sagital do cérebro humano com indicação das áreas onde se localizam as estruturas envolvidas no controle do sono e da vigília: TL (tálamo); FRM (formação reticular do mesencéfalo); FRP (formação reticular da ponte); FRB (formação reticular do bulbo)

a relação entre sono REM e aprendizagem e apontamos em seguida as evidências de que a informação aprendida pode ser processada durante o sono REM. Por último, mostramos as evidências de que a memória pode modificar-se durante o sono REM.

No estudo da relação entre sono REM e aprendizagem têm-se empregado duas estratégias. A primeira avalia os efeitos da privação de sono REM após a aprendizagem. A hipótese que subjaz a esse estudo é que, se o sono REM está funcionalmente ligado à memória, sua perda deve comprometer o processo de memorização. Mas os resultados dessas investigações não foram tão expressivos quanto se esperava. O comprometimento do desempenho, embora ocorresse com frequência, nem sempre era observado. Tal discrepância ocorre provavelmente porque os efeitos da privação do sono REM dependem de vários fatores, como tipo de memória, natureza e dificuldade da tarefa a ser aprendida, tempo de privação do sono REM após a aprendizagem, nível de desempenho atingido antes da privação.

A segunda estratégia baseia-se na hipótese de que, se o sono REM está envolvido na aprendizagem, deve haver uma correlação entre esta e o tempo de sono REM. Na investigação dessa hipótese, foram feitos dois tipos de estudo. Um examinou a relação entre quantidade de sono REM e aprendizagem. Há evidências de que a memória de animais com mais tempo de sono REM (foram mantidos em ambientes especiais ou receberam drogas para aumentá-lo) é melhor que a de animais com menos tempo de sono REM (foram mantidos em ambientes inadequados, receberam

drogas para diminuí-lo, sofreram lesões ou eram idosos). O outro investigou os efeitos da aprendizagem na quantidade subsequente de sono REM. Os estudos mostraram que os animais submetidos a uma sessão de treinamento passavam mais tempo em sono REM. Essa evidência está bem documentada num grande número de espécies e segundo vários critérios de avaliação da aprendizagem. É curioso observar que isso só ocorreu com animais que haviam tido sucesso nas tarefas de aprendizagem.

Além disso, o aumento de sono REM foi relacionado a estágios críticos de aquisição. Num estudo, ra-

tos foram treinados para aprender determinado caminho num labirinto (figura 3). Os que o aprendiam recebiam, no final, uma recompensa (alimento). Após o treinamento, gravava-se o estado comportamental dos animais. O tempo de sono REM era maior antes que a performance atingisse o pico. Quando a tarefa havia sido aprendida, a quantidade de sono REM não se elevava. Se o animal era desafiado num novo labirinto, a quantidade de sono REM voltava a aumentar, como durante a primeira tarefa. Outro estudo demonstrou que, após o aumento de sono REM, a aprendizagem melhorava sensivelmente. Juntos, esses dados reforçam a idéia de que o aumento de sono REM tem relação com o processamento de informações e contribui para a elaboração da memória.

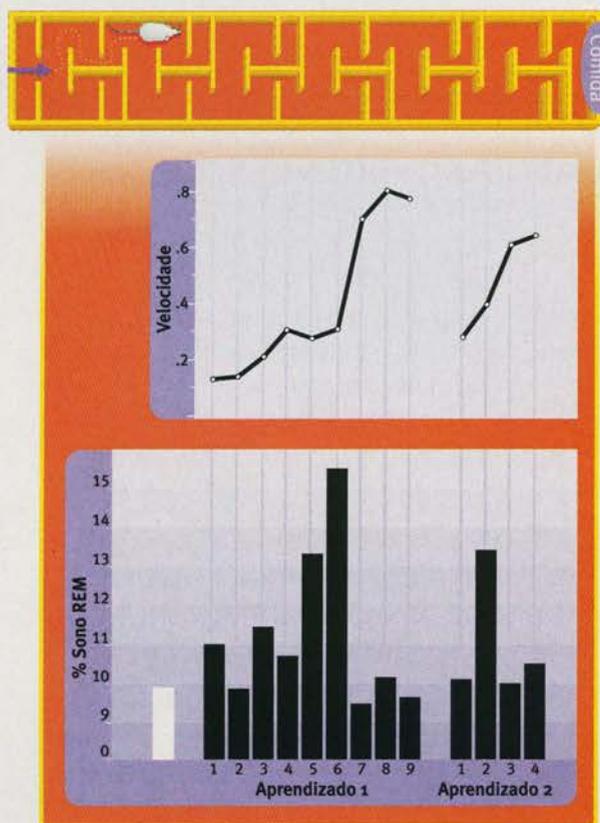


Figura 3. Durante os nove ensaios em que foram treinados a percorrer um labirinto em busca de comida (no alto), ratos aprenderam um caminho fixo (Aprendizado 1). No dia seguinte, o labirinto foi modificado e os animais aprenderam um novo caminho em quatro tentativas (Aprendizado 2). O desempenho dos animais (velocidade da corrida) em cada treino-teste está representado no gráfico do centro da figura. Embaixo, tem-se a quantidade de sono REM (tempo total de sono REM dividido pelo tempo total de sono x 100) antes do treinamento (barra branca) e após o treinamento (barra preta). Note que o sono REM aumenta antes de uma sensível melhora no desempenho da aprendizagem e quando o animal é desafiado a aprender um novo caminho. O resultado desses experimentos mostra que a aprendizagem induz um aumento do sono REM subsequente.

Processamento de informação durante o sono REM

A hipótese de que a informação obtida durante a vigília é reprocessada durante o sono REM, facilitando a elaboração de memórias, indica que os mecanismos cerebrais que permitem o processamento de dados estão ativos durante o sono REM. Essa perspectiva foi abordada de dois modos.

O primeiro avaliou se, durante o sono REM, é possível haver condicionamento, isto é, aquisição de uma associação nova entre dois eventos. Num experimento clássico de condicionamento, usam-se dois estímulos: S1 e S2. O primeiro é inicialmente neutro, não induzindo resposta, ao contrário de S2, que a induz. Depois de correlacionar os dois estímulos (S1 seguido por S2), S1 adquire significância na sinalização de S2 e provoca a resposta normalmente induzida por este último. A resposta é 'condicionada'.

Demonstrou-se que, depois de parear dois estímulos durante o sono REM (S1 e S2 eram estímulos elétricos indolores aplicados em duas estruturas cerebrais diferentes), é possível estabelecer uma resposta celular condicionada (aumento da atividade neuronal em uma terceira estrutura cerebral, em resposta a S1). Isso indica que novas associações podem ser feitas durante o sono REM. Além disso, essa resposta celular condicionada pode ser produzida na vigília subsequente, um indício de que o que foi experimentado durante o sono REM pode ser transferido para o estado de vigília. Curiosamente, essas descobertas têm sido extrapoladas para o nível comportamental, demonstrando que o pareamento de dois estímulos externos durante o sono REM pode induzir mudanças no comportamento durante a vigília.

O segundo modo verificou se um estímulo que adquire significância durante a vigília pode ser detectado no sono REM. Após sessões em que se apresentava um som neutro várias vezes a ratos

FONTE: HENNEVIN ET AL., 1995

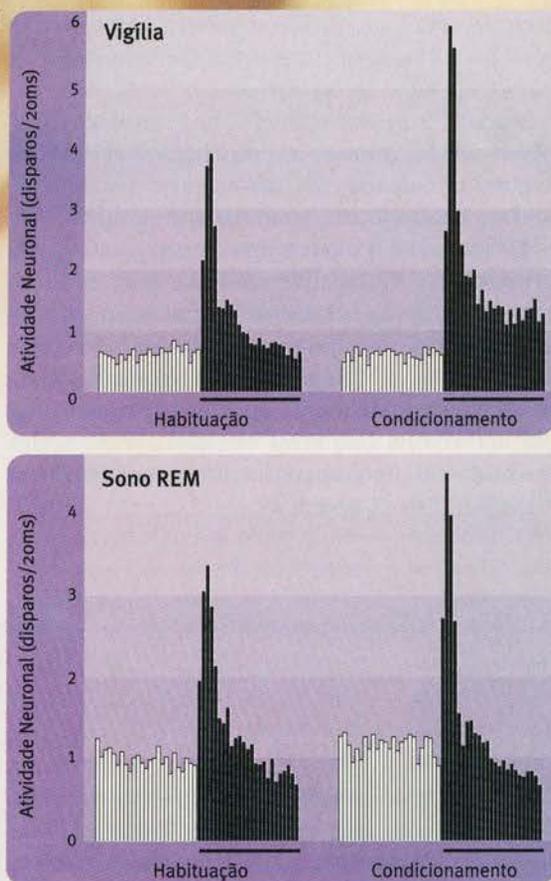


Figura 4. A informação aprendida no estado de vigília pode ser expressa durante o sono REM. Ratos acordados foram submetidos a um condicionamento clássico, no qual a emissão de um som precedeu um choque de baixa intensidade na pata. Disparos neuronais foram registrados na amígdala lateral de animais acordados, durante a sessão de habituação e de condicionamento (no alto) e durante o sono REM subsequente (embaixo). Cada histograma representa o disparo neuronal por grupos de 20 milissegundos (ms) gravados 500 ms antes e 500 ms depois da apresentação do tom (indicada pela barra sob o eixo X). Note o aumento na resposta provocada pelo tom, induzida pelo condicionamento

acordados, estes eram submetidos a um condicionamento clássico, no qual o som (S1) precedia um choque na pata (S2).

Após cada sessão, o som neutro, que jamais acordou o animal, era apresentado sozinho em episódios de sono REM. Respostas celulares provocadas pela exposição do animal a esse som foram gravadas durante a vigília e o sono REM em estruturas cerebrais envolvidas no condicionamento do medo de determinado som (sobretudo o tálamo auditivo, a amígdala e o córtex cerebral). Como mostra a figura 4, a resposta de neurônios ao som, induzida pelo condicionamento durante o sono, pode ser expressa e mantida durante o sono REM, indicando que o que é experi-

mentado na vigília pode ser transferido para essa etapa do sono. Esses estudos demonstraram que durante o sono REM há processamento de informação.

Modulação da memória

Na tentativa de verificar se o processamento de memória pode modificar-se durante o sono REM, foram feitas manipulações capazes de afetar a capacidade de um animal reter informação durante o sono REM, após aprendizagem.

Em um ensaio, os animais recebiam pistas que os ajudavam a memorizar informações recebidas. Eles eram submetidos a um treino de fuga por meio de estímulos eletrotácteis de baixa intensidade na orelha (pistas), que sinalizavam choques leves na pata. Em um compartimento duplo, o animal aprendia a escapar dos choques movendo-se para a divisão onde os estímulos eletrotácteis indicavam a aplicação de choque. Após cada sessão de condicionamento, os animais recebiam o mesmo estímulo, numa intensidade que não os acordava durante o sono REM. Em testes feitos no dia seguinte, os animais que haviam sido treinados tiveram desempenho melhor que os animais-controle, que não haviam recebido estímulos durante o sono REM (figura 5).

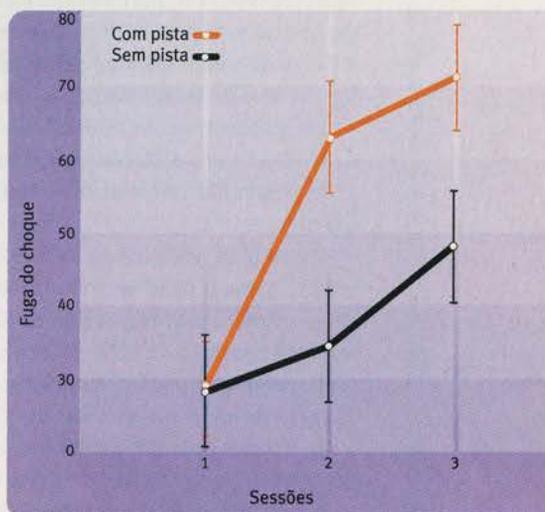


Figura 5. A memória pode ser realçada durante o sono REM. Esse dado (Hennevin *et al.*, 1995) foi obtido a partir de experimentos feitos com ratos treinados a evitar choques de baixa intensidade na pata, sinalizados por estímulos eletrotácteis na orelha. Depois das três sessões de condicionamento, animais do grupo 'Com pista' receberam estímulos eletrotácteis durante o sono REM. Os demais não os receberam. O desempenho (percentagem de fuga) dos animais de ambos os grupos está representado no gráfico. Note o melhor desempenho dos animais que receberam pistas durante o sono REM

FONTE: HENNEVIN ET AL., 1995

Num segundo experimento, a formação reticular do mesencéfalo do animal era levemente estimulada durante o sono REM. Esse estímulo, quando feito imediatamente após o treinamento, melhorava a capacidade da memória de guardar informações. Ratos eram treinados a correr num labirinto em troca de comida. Depois de cada sessão, recebiam estímulo na formação reticular (que não os acordava) durante o sono REM. Quando eram testados no dia seguinte, aprendiam com mais facilidade do que os animais que não haviam sido estimulados.

Com base nesses resultados, é de se supor que novas memórias adquiridas se modifiquem durante o sono. Esses dados mostram ainda que o efeito dos eventos ocorridos durante o sono REM pode transferir-se para o estado de vigília e expressar-se com-

portamentalmente, e dão suporte à idéia de que processos dinâmicos de informação ocorridos no sono REM, após a aprendizagem, auxiliam a memorização. Sugerem também que experiências positivas vividas durante o sono REM são capazes de reativar a memória. Isso reforçaria a memória recente e facilitaria sua 'relembração' na vigília.

Há pouco tempo um grupo de pesquisadores da Universidade Rockefeller, em Nova York, mostrou pela primeira vez evidências de que o gene zif-268 é responsável pelo processamento de informação durante o sono REM em ratos. Os resultados sugerem que a memória de eventos experimentados por animais na fase ativa consolida-se no córtex cerebral e no hipocampo durante o sono REM (ver 'Contribuições da genética'). ■

Contribuições da genética

A biologia molecular tem sido útil no entendimento de mecanismos cerebrais do sono e da vigília. A expressão de certos genes – como o zif-268, estudado por cientistas da Universidade Rockefeller – vem sendo utilizada para monitorar a atividade do cérebro em vários estados comportamentais. É o caso também do gene *c-fos*, empregado para identificar células e mapear regiões do cérebro ativas em determinado estado. Demonstrou-se que a expressão de *c-fos*, que depende de ativação neuronal, é baixa na região preóptica do hipotálamo de animais acordados e tanto mais alta quanto mais eles dormem. Assim, esse gene é usado como indicador de neurônios 'sonoativos'. Embora utilizado com o propósito de mapear a ativação cerebral, a expressão de *c-fos* e outros genes não está relacionada exclusivamente com o sono. Isso fez com que se começasse a procurar genes que só se expressam nessa circunstância.

A partir de experimentos feitos recentemente com ratos, neurocientistas italianos sugerem que o sono seja controlado por dois genes. Sua identificação e a confirmação de sua função são requisitos básicos para que eles possam vir a ser manipulados por meio de técnicas de biologia molecular ou farmacologia. Intervenções moleculares ou farmacológicas podem também ser valiosas no desenvolvimento de terapias efetivas para a insônia e outras desordens do sono.

A recente descoberta dos genes e receptores de orexina e as evidências da causa genética da narcolepsia (distúrbio caracterizado por sonolência diurna excessiva e súbita perda de tônus muscular) são feitos igualmente importantes. Liderados por Emmanuel Mignot, cientistas da Universidade de Stanford (Estados Unidos) observaram em cães que a narcolepsia é causada por mutação no gene responsável pela codificação de um dos receptores dos neuropeptídeos da orexina, também conhecidos como hipocretinas.

Já o grupo de Masashi Yanagisawa, da Universidade do Texas (Estados Unidos), descobriu que camundongos desprovidos do gene da orexina sofriam ataques semelhantes aos de narcolepsia. Tais descobertas estimularam muitas investigações nos peptídeos da orexina, tendo-se identificado neurônios produtores de orexina A e B no hipotálamo lateral. Eles ligam-se a diferentes regiões do cérebro e parecem compor um grande sistema promotor de vigília. Como estão também relacionados ao apetite, esses peptídeos podem ser um elo de ligação entre os mecanismos de alimentação, regulação autonômica e metabolismo, de um lado, e os mecanismos de sono e vigília, de outro.

Sugestões para leitura

HENNEVIN E., HARS B., MAHO C. & BLOCH V. 'Processing of learned information in paradoxical sleep: relevance for memory', in Guiditta, A. (ed.), *The function of sleep*, edição especial de *Behavioral brain research*, v. 69, p. 125, 1995.

HOBSON, J.A. 'Sleep and dreaming', in Zigmond M.J., Bloom F.E., Landis S.C., Roberts J.L. & Squire L.R. (eds.), *Fundamental neuroscience*. San Diego, Academic Press, 1999.

LYDIC R. & BAGHDOYAN H.A. (eds.). *Handbook of behavioral state control. Cellular and molecular mechanisms*. Boca Raton, CRC Press, 1999.

STERIADE M. & McCARLEY R.W. *Brainstem control of wakefulness and sleep*. New York, Plenum, 1990.

SUA EMPRESA É INOVADORA?

INVESTE EM TECNOLOGIA?

A Financiadora de Estudos e Projetos – **FINEP** – é a principal agência do Governo Federal para o financiamento ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia no País.

Nosso foco é o apoio ao desenvolvimento tecnológico e à inovação. Nossa atuação abrange todas as etapas do processo: da pesquisa básica à comercialização pioneira de produtos e processos. Essa é a nossa singularidade.

A **FINEP** é, hoje, a Agência Federal da Inovação e está pronta para enfrentar os desafios impostos pelo mundo globalizado.

PROCURE A FINEP



FINEP

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
www.finep.gov.br

SEAC

Tel.: (21) 555-0555
E-mail: seac@finep.gov.br

CT
BRASIL

Ministério da Ciência e Tecnologia

**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil

Séculos de criatividade

Traçar um panorama da contribuição brasileira às invenções ao longo dos séculos é o objetivo da mostra itinerante '500 anos de inventiva no Brasil', em cartaz na Casa da Ciência da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Montada em comemoração ao Descobrimento, a mostra apresenta utensílios e instrumentos produzidos no território nacional,

com enfoque especial para as criações científicas. Painéis com fotos e textos explicativos acompanham os objetos inventados ou protótipos e maquetes dos mesmos. "A idéia é relatar as necessidades específicas de cada período histórico e demonstrar que as invenções surgiram para resolver problemas próprios de cada época", diz Suely Avellar, coordenadora do projeto. Depois de passar pela Estação Ciência, centro de difusão científica, tecnológica e cul-

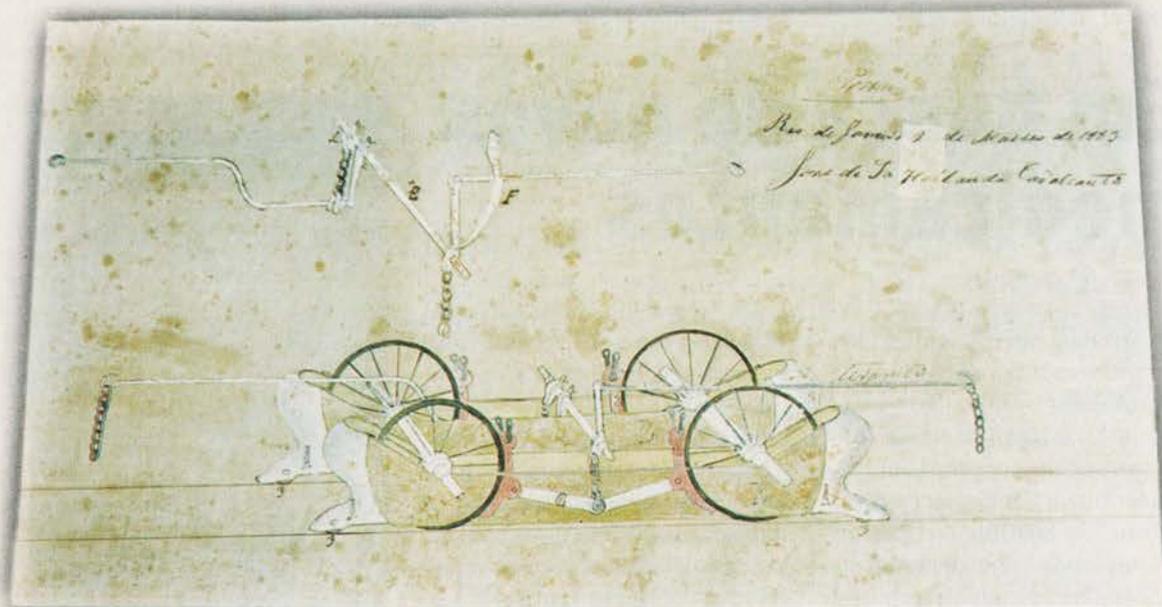
tural da Universidade de São Paulo, a exposição fica no Rio até 25 de fevereiro e segue para Vitória, Espírito Santo.

Da era dos grandes descobridores, com a invenção dos instrumentos de navegação, ao século 20, com as mais recentes descobertas na área genética, estão contemplados na mostra todos os períodos em que houve significativa contribuição brasileira para o patrimônio de invenções e objetos. Para cumprir o objetivo da exposição, examinaram-se mais de 10 mil patentes originais, além de documentos cedidos por empresas e escritórios especializados. O registro da primeira patente brasileira, conferida a uma máquina de descascar café, inaugurou a mostra. Em seguida, são apresentados antigos instrumentos musicais feitos de barro e uma descrição dos mais recentes avanços alcançados pelo Projeto Genoma. "Colocamos os instrumentos primitivos ao lado do maior avanço no campo da ciência brasileira para apresentar os extremos do processo de criação. De um lado, o barro, representando os primeiros materiais de que o homem se apropriou na tentativa de dominar a natureza. Do outro, o mapeamento genético, que visa desvendar a porção mais íntima da natureza", explica Avellar.

Os seis módulos seguintes estão divididos de acordo com o momento histórico. No primeiro deles, 'Os descobridores', estão expostos exemplares e fotos de



No mesmo painel, instrumentos primitivos, feitos de barro, e as descobertas brasileiras no âmbito do Projeto Genoma



'Preservador Cavalcanti', apetrecho criado em 1883 por José de Sá Cavalcanti para ser disposto nos bondes e destinado a aparar passageiros que caíssem dos veículos

alguns instrumentos de navegação, tais como a bússola, o quadrante e o astrolábio utilizados na travessia do Oceano Atlântico por Pedro Álvares Cabral. Nos painéis que contemplam os povos indígenas, há desde objetos tradicionais como o arco-e-flecha e até outros menos conhecidos como o tipiti – cesto trançado que permite espremer a massa de mandioca, extraíndo dela o ácido cianídrico –, sem o qual não se produzia a farinha até meados do século 19. O módulo relativo aos negros escravos traz objetos rituais confeccionados em território brasileiro, já adaptados à nova realidade material e social. As comidas típicas de regiões africanas, elaboradas em oferenda aos orixás, também foram acrescentadas de 'tempero' brasileiro.

Ganham destaque no módulo que retrata o ciclo da cana-de-açúcar os instrumentos trazidos de Portugal, tanto os que possibilitaram a fixação dos colonizadores no Brasil quanto os que auxiliaram o desenvolvimento de atividades econômicas lucrativas para a metrópole. É o caso da moenda de três cilindros verticais, utilizada para triturar a cana, que foi adaptada e aperfei-

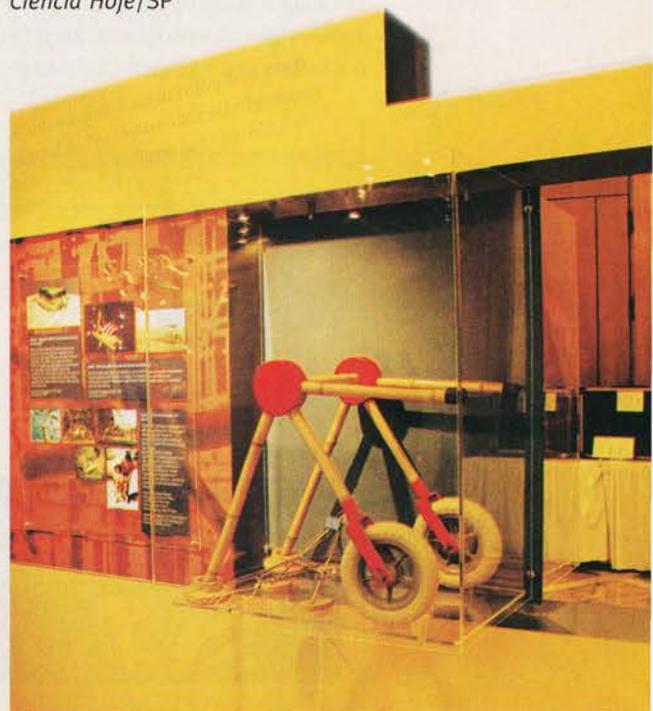
çoada no Brasil. Na representação da passagem do século 19 para o século 20, é clara a preocupação com o saneamento e o transporte, fruto da urbanização e do crescimento acelerado das cidades. Os inventos dessa época visavam, por exemplo, exterminar os ratos do cenário urbano, conter a disseminação da peste bubônica – destaque para o nome de Vital Brasil – e aumentar a agilidade da comunicação através de telégrafos sem fio. Também foram incrementados os inventos relativos ao vestuário, que passavam a obedecer aos rigores da moda.

Invenções produzidas nas áreas de medicina, tal como o biofill – tecido seletivamente permeável utilizado no mundo inteiro para auxiliar a cicatrização de queimados –, a biotecnologia e a tecnologia de petróleo e energia são ilustradas na seção relativa ao século 20, quando a influência da ciência se faz mais presente. Um painel dedicado à aviação dá destaque ao maior inventor brasileiro de todos os tempos, o pioneiro Alberto Santos-Dumont (1873-1932). Outros temas do século 20 são o desenvolvimento sustentável, que prevê a utilização de métodos menos agressivos contra

a natureza, e o aumento da mobilização em torno do fenômeno da pobreza. Para ilustrar essas questões a mostra apresenta ainda alternativas como tijolos mais baratos que prescindem da utilização de cimento e o projeto do trem que levita à base de nitrogênio líquido, substância barata e não-poluente.

Teo Araujo
Ciência Hoje/SP

O penúltimo painel resume os inventos para um desenvolvimento sustentável



Em busca de novos medicamentos

Para descobrir plantas com propriedades antifúngicas, antitumorais e antioxidantes potenciais, integrantes do projeto **Biota-Fapesp**, coordenado pela farmacêutica Vanderlan da Silva Bolzani, do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Araraquara, pesquisaram diversas áreas preservadas da Mata Atlântica e do cerrado paulista. Ao todo foram coletadas cerca de 500 espécies de plantas, e aproximadamente 6% das 130 já testadas em laboratório revelaram alguma propriedade medicinal.

Das plantas testadas, seis espécies revelaram propriedades antibióticas, antifúngicas e antichagásicas e outras três, atividades antitumoral e antioxidante. Mas apenas duas tiveram seus nomes revelados: a **casca-de-anta** ou **jasmim-grado** (*Rauwolfia sellowii*) e o **guatambu** ou **guatambu-branco**

(*Aspidosperma olivaceum*), ambas com ação antifúngica, encontradas na Mata Atlântica. “Não podemos revelar o nome das espécies que testamos e que apresentaram forte atividade porque corremos o risco de que essas plantas sejam coletadas, estudadas e patenteadas primeiro por grandes laboratórios. O sigilo é importante para assegurar às instituições e aos pesquisadores envolvidos o direito de propriedade”, explica Bolzani.

Das substâncias extraídas das plantas, os antioxidantes – responsáveis pelo combate aos radicais livres – merecem destaque nos dias atuais. Resultantes da respiração celular, os radicais livres causam o envelhecimento e a morte das células. “Muitos estudos comprovam que eles são os responsáveis pelo envelhecimento precoce e por várias doenças degenerativas crônicas, como o



FOTOGRAFIA DO LÍDRIO ARRAUJÓ DE BRASILEIRAS, ARRAUJÓ DE BRASILEIRAS, DE AMÉRICA DO SUL

mal de Alzheimer, a demência e alguns tipos de artrite. Daí a importância de estudar plantas com essas propriedades”, esclarece a farmacêutica.

Mas como é que se descobre se uma planta possui ou não propriedades medicinais? Nessa pesquisa, a equipe coletou inicialmente cerca de 300 g de ‘material fresco’ – folhas, flores, galhos e frutos – das plantas selecionadas em campo. “Raízes só são coletadas de plantas herbáceas, com grande população. Ainda que elas sejam importantes para estudo, não podemos destruir um espécime”, justifica Bolzani. Esse material é secado à temperatura ambiente e 100 g das plantas já secas são moídas e maceradas com etanol (álcool etílico), produzindo uma solução etanólica de cada parte vegetal. Após a evaporação do etanol, resta apenas o extrato, uma espécie de xarope concentrado, contendo todos os componentes químicos da planta. Esse xarope é, então, submetido a bioensaios – testes usados para detectar a atividade biológica de um extrato, uma mistura ou uma subs-



IDOSOS CONSOMEM MAIS PSICOTRÓPICOS

Hospitais lotados, falta de estrutura e médicos malremunerados, trabalhando em condições adversas. Dificuldades do serviço público de saúde que geram, muitas vezes, graves efeitos colaterais sobre a população: diagnósticos incorretos e estímulo à automedicação. Sensível ao problema, o psiquiatra Sérgio Blay, da Universidade Federal de São Paulo, fez um levantamento para verificar o aumento do consumo de psicotrópicos (remédios que agem nos processos mentais) por idosos.

A pesquisa, desenvolvida em Porto Alegre, São Paulo e Brasília, é parte de um estudo que avalia distúrbios de saúde mental nessas capitais, em parceria com as universidades federais da Bahia e do Rio Grande do Sul. Na primeira etapa, foram entrevistadas 6.470 pessoas com mais de 15 anos. “Cerca de 25% dos idosos com mais de 60 anos eram usuários de psicotrópicos. E apenas 9% dos indivíduos entre 15 e 60 anos utilizavam esse tipo de medicação”, conta Blay.

O aumento no consumo de psicotrópicos, segundo ele, pode ser fruto do atendimento às pressas nos hospitais. “O remédio acaba sendo indevidamente receitado como uma espécie de saída rápida para dificuldades psicológicas geradas pela depressão, solidão ou mesmo falta de uma atividade, situações que poderiam ser resolvidas sem medicamentos”, diz o psiquiatra. Além de causar dependência em certos casos, o uso prolongado e equivocado de psicotrópicos pode gerar intoxicação e até alteração dos efeitos de outros remédios, como os controladores de pressão e do diabetes. Sem falar dos custos desnecessários para o paciente. “A partir desse levantamento vamos investigar, mais detalhadamente, os motivos da supermedicação”, promete Blay.

tância pura – de rotina, a fim de constatar ou não a presença de alguma das propriedades biológicas procuradas. Se for detectada bioatividade forte em um dos extratos, produz-se um novo extrato em volume superior ao da primeira vez, para o estudo químico em busca do princípio ativo. “Geralmente, precisamos de maior quantidade porque a substância ativa pode estar presente em proporção insignificante”, explica Bolzani.

O extrato é fracionado através de métodos cromatográficos e monitorado com os bioensaios, para obter as substâncias puras contidas nele e que, depois de separadas, são submetidas novamente aos mesmos bioensaios para a identificação do princípio ativo. “Nem sempre há só uma substância ativa. Às vezes, a propriedade ocorre devido à mistura dos componentes, conhecida como sinergismo”, diz a farmacêutica. E completa: “Outras vezes, depois do fracionamento e isolamento, perde-se completamente a atividade. Trata-se, portanto, de uma pesquisa de alto investimento e risco”. Além desses ensaios preliminares, ainda há outros mais específicos que buscam confirmar a presença dos princípios ativos ou verificar outra ação biológica.

Caso seja confirmada a descoberta de substâncias novas com propriedades medicinais, os pesquisadores pretendem patentear e buscar parcerias com laboratórios farmacêuticos ou agroquímicos para uma possível fabricação de novas drogas. “O ideal seria ter uma empresa brasileira como parceira, gerando recursos e empregos para os profissionais brasileiros. E a nossa biodiversidade é uma área estratégica para o desenvolvimento nacional”, defende Bolzani.

A produção brasileira de fitoterápicos, segundo a pesquisadora, é um mercado que vem crescendo muito, mas sem a devida fiscalização e o controle de qualidade

que se espera em relação a um medicamento. “A regulamentação para essa prática existe, mas, até agora, não se aplica em sua plenitude. São vendidas dezenas de plantas com as mais diferentes ações medicamentosas, sem que tenham sido testadas farmacologicamente. É preciso fornecer à população medicamentos confiáveis”, critica ela. No entanto, Bolzani acredita que muitos medicamentos ainda serão produzidos a partir de uma pesquisa de bioprospecção. A farmacêutica chama a atenção também para a necessidade de preservar os ecossistemas brasileiros, já que muitas substâncias biologicamente ativas que poderiam ser transformadas em remédios podem se perder antes mesmo de serem estudadas, em consequência da extinção de muitas espécies vegetais.

Além do Instituto de Química da Unesp, também participam da pesquisa seu homônimo da Universidade de São Paulo e o Instituto de Botânica de São Paulo. Segundo Bolzani, o NUBBE (Núcleo de Bioensaio, Biossíntese e Ecofisiologia de Produtos Naturais, do Instituto de Química da Unesp), que possui uma equipe de especialistas em temas atuais da pesquisa em produtos naturais e equipamentos modernos, proporciona análises técnicas como a cromatografia em alta eficiência, a ressonância magnética de 500 Mhz e o espectrômetro de massa – elementos fundamentais para o andamento do projeto. “Graças a esse núcleo é possível realizar pesquisa colaborativa. Temos capacidade técnica para prestar consultoria relacionada ao fracionamento, isolamento, identificação e elucidação estrutural de substâncias de origem vegetal e análise química de fitoterápicos”, conclui a farmacêutica.

Luís Henrique Valdetaro
Ciência Hoje / RJ

Sumidouros de carbono

Na busca de alternativas para reverter o temido superaquecimento global, causado pela emissão de dióxido de carbono (CO₂) e metano, entre outros gases-estufa, um grupo de pesquisadores dos departamentos de Engenharia Florestal, Solos e Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG, tem investido numa linha de pesquisa pouco difundida no Brasil, voltada para a eliminação das altas taxas de carbono na atmosfera terrestre. O processo, chamado 'seqüestro de carbono', é simples e eficiente. Baseia-se no plantio de árvores de crescimento rápido e grande longevidade e é adotado, de preferência, em áreas degradadas pelo superpastoreio ou por atividades extrativas.

"Os vegetais são consumidores vorazes de CO₂ durante o seu desenvolvimento, pois demandam grande quantidade desse gás para realizar a fotossíntese", explica o engenheiro florestal Laércio Jacovine. Como a quantidade de CO₂ absorvida na transformação de energia luminosa em energia química é maior que a emitida na respiração, a produtividade primária líquida das plantas nessa fase é positiva.

Para que o processo de extração de carbono da atmosfera ofereça resultado palpável, é preciso que os especialistas encarregados de promovê-lo saibam selecionar 'seqüestradores' eficientes. Ainda assim, os resultados só serão evidentes se, além do investimento no seqüestro de carbono,

houver uma firme determinação de controlar o volume de CO₂ emitido tanto pela cadeia produtiva industrial quanto pelos incêndios florestais. "É preciso que haja um esforço nos dois sentidos", defende o pesquisador.

Além de demandar baixo investimento, o método proposto pela equipe tem uma vantagem adicional. As árvores plantadas com o objetivo de retirar carbono da atmosfera podem, atingida a idade ótima de corte, ser utilizadas como matrizes energéticas, em substituição a combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral. "Diferentemente do que ocorre com a queima desses combustíveis" – esclarece Jacovine –, "a quantidade de CO₂ gerada pela combustão da madeira será, na

UFV PODE SER REFERÊNCIA EM PESQUISA SOBRE CAPTURA DE CO₂

Técnicos da organização norte-americana Winrock International, voltada para pesquisas na área agrícola, visitaram recentemente a UFV para conhecer os pesquisadores que atuam na área de seqüestro de CO₂. A Winrock está buscando apoio do Ministério de Ciência e Tecnologia brasileiro para a criação de núcleos de excelência em seqüestro de CO₂ no país, e a UFV deverá liderar o processo. A organização faz projetos de pesquisa e desenvolvimento rural nos Estados Unidos e em mais de 40 países, sempre em parceria com governos, empresas e instituições. No Brasil, o escritório de representação da Winrock fica em Salvador (BA).

A partir da criação de um mecanismo de desenvolvimento limpo, o Brasil poderá desenvolver programas – de reflorestamento, por exemplo – que irão gerar créditos de carbono negociáveis no mercado internacional. Graças à sua extensão territorial e florestal, o Brasil pode vir a ser um líder em matéria de fixação de carbono. Embora muitos países ainda não tenham assinado o Protocolo de Kyoto, os especialistas acham que é preciso investir em pesquisas sobre seqüestro de carbono, preparando-se para um futuro que não está longe e deverá envolver bilhões de dólares.

Polêmico, o tema divide opiniões e chegou à VI Convenção da ONU, em Haia. A rede Greenpeace, por exemplo, critica a proposta do governo norte-americano de considerar as florestas naturais como 'esponjas' de carbono, argumentando que, no fundo, essa é uma visão que empurra para os países pobres a responsabilidade pelo aquecimento global e exime os ricos de reduzir emissões em seus próprios territórios. Já ONGs da Amazônia apóiam abertamente a inclusão das florestas nativas no chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, um dispositivo do Protocolo de Kyoto voltado para financiar projetos no Terceiro Mundo que reduzam emissões de gases-estufa.

pior das hipóteses, igual à quantidade de CO₂ seqüestrada pelas árvores.”

Desde a realização, em 1992, da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, tem sido forte a pressão para que os países reduzam as emissões de CO₂. Tamanha preocupação justifica-se pelo fato de que, além de ser um dos maiores agentes do efeito estufa, o dióxido de carbono leva no mínimo 100 anos para desaparecer da atmosfera.

Iniciativa recente para mudar esse quadro foi a edição do Protocolo de Kyoto, firmado em 1997, no Japão, quando vários países, entre eles o Brasil, assinaram acordos que prevêem uma redução, até 2012, de 5% (com base em índices de 1990) das emissões de gases-estufa dos países desenvolvidos. Para que o acordo dê certo, a adesão dos EUA ao protocolo é essencial, uma vez que os norte-americanos são os maiores poluidores do planeta.

Otimista, Jacovine acredita que, se as metas forem alcançadas, chegaremos a um equilíbrio que irá contemplar, simultaneamente, desenvolvimento e saúde do planeta. Durante a VI Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Haia, em novembro passado, no entanto, alguns cientistas asseguraram que a meta do Protocolo de Kyoto é insuficiente. Segundo Robert Watson, que presidiu o Painel Intergovernamental de Mudança Climática, esse protocolo, se implementado, terá efeito apenas marginal na mudança do clima. “Para evitar o contínuo aquecimento da Terra, seria necessário reduzir cerca de 60% das emissões atuais”, defende Watson.

Maya Mitre
Roberto B. de Carvalho
Ciência Hoje/MG

MICROBIOLOGIA

AMEAÇA INVISÍVEL

Na abertura do ciclo de conferências sobre ciência e tecnologia promovido pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, em Belo Horizonte, o presidente da Sociedade Brasileira de Virologia (SBV), Paulo César Peregrino, falou sobre um tema tratado com reserva no meio científico brasileiro: a ameaça do bioterrorismo. Apesar de parecer algo distante da nossa realidade, o uso de organismos vivos como meio de produzir atentados contra a humanidade é um risco cada vez mais concreto.

Segundo Jonathan B. Tucker, que trabalha no Projeto de Não-Proliferação de Armas Químicas e Biológicas, no Instituto Monterey de Estudos Internacionais, Califórnia (Estados Unidos), em 415 incidentes envolvendo material químico, biológico, radiológico ou nuclear, há indícios de que 151 decorreram de atentados terroristas. Como vírus e bactérias potencialmente utilizáveis num ataque não precisam ser criados em laboratório, pois já vivem em animais, grupos terroristas teriam fácil acesso a armas biológicas.

A questão é tão séria que, em fevereiro de 1999, profissionais de saúde pública, agentes governamentais, militares e peritos do serviço de inteligência se reuniram em Arlington, Virgínia (Estados Unidos), durante o primeiro simpósio organizado no país para discutir estratégias a serem adotadas no campo da medicina e da saúde pública em resposta ao bioterrorismo. Além de representantes de 46 estados americanos, especialistas da Alemanha, Austrália, Áustria, Canadá, Finlândia, França, Holanda, Inglaterra, Israel e Itália participaram do evento.

“Diante da rapidez com que as pessoas se deslocam hoje pelo mundo, um indivíduo contaminado em Joanesburgo pode, em algumas horas, estar no Rio de Janeiro”, alerta Peregrino. Não há médicos treinados para detectar certos agentes etiológicos nem estoque suficiente de drogas e vacinas para suprir demandas maciças. Segundo o presidente da SBV, nenhum país, sobretudo em desenvolvimento, está adequadamente preparado para a biodefesa. Muitos, no entanto, como prova a reunião de Arlington, encaram os desafios com seriedade. No Brasil, a questão não mereceu até agora mais que discussões esparsas em eventos científicos.

PIETER BRUEGEL, TRIUNFO DA MORTE



Carroça
emplacada
por funcionários
da BHTrans



FOTO: CEDIDA POR MARISTELA PALHARES (ESCOLA DE VETERINÁRIA/UFMG)

MEIO AMBIENTE Pool de instituições estimula atividade que gera emprego e combate caos urbano

Carroça ecológica

Transportar utensílios domésticos descartados e entulho provenientes de pequenas obras civis garante a sobrevivência de aproximadamente 10 mil habitantes de Belo Horizonte. Tradicionais na cidade desde a sua fundação, em 1897, os condutores de veículos de tração animal – os populares carroceiros – competem por um lugar ao sol na era das grandes caçambas metálicas, transportadas no alto de caminhões.

Prática corrente entre carroceiros, o abandono desse material à beira de rios ou em botaforas clandestinas é um ato ilegal, pois provoca assoreamentos e mutila a paisagem. Se flagrado

pela fiscalização, é o contratante, não o carroceiro, o responsável pelo pagamento de multas. A demanda por tais serviços vinha por isso caindo muito nos últimos tempos, comprometendo a renda familiar de um grande número de trabalhadores.

Na tentativa de mudar esse quadro, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) aliou-se à Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) e à Empresa de Trânsito (BHTrans), da Prefeitura de Belo Horizonte, para elaborar um programa de educação ambiental para carroceiros. O projeto envolve a construção de áreas adequadas para o lançamento de rejeitos, as chamadas

Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs), onde o material é separado e, posteriormente, enviado a usinas de reciclagem.

As oito URPVs criadas até agora ficam em lotes antes usados ilegalmente por carroceiros. “Não inventamos a roda”, diz Stella Neves Pereira, da Assessoria de Mobilização Social da SLU. “Nosso trabalho consiste apenas em verificar se o terreno é público e, a partir daí, regulamentá-lo.” Nas usinas, os resíduos são reaproveitados e transformados em sub-base asfáltica para pavimentação de vias e em material para construção de casas populares.

Enquanto à SLU cabe mobilizar os carroceiros, a UFMG faz um levantamento de dados socioeconômicos desses trabalhadores, determina seu tipo sanguíneo e garante a vacinação e os cuidados com a saúde dos animais usados na tração. A BHTrans participa do programa emplacando os veículos e oferecendo cursos sobre normas de circulação.

O atendimento gratuito aos equinos é a isca que atrai carroceiros mensalmente aos encontros educativos realizados na Escola de Veterinária. “É impor-

Estação de
reciclagem
de entulhos
na região da
Pampulha



FOTO: CEDIDA PELA SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (SLU/PMH)

tante que a universidade esteja sintonizada com problemas sociais”, defende Maristela Palhares, do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária. Desde a entrada da UFMG no projeto, em 1998, o número de carroceiros filiados vem aumentando significativamente. Segundo Palhares, 46% dos cerca de 600 condutores já cadastrados aderiram ao programa só neste ano. “Nesse ritmo, os 16% cadastrados no primeiro ano representarão daqui a seis meses menos de 1% do total”, comemora.

Disque-Carroça

Um fruto do projeto, de responsabilidade da SLU, é o Disque-Carroça. O serviço funciona através de uma central telefônica, que recebe e distribui pedidos de coleta de entulho, encaminhando-os à URPV mais próxima do contratante. Desde a sua implantação e graças ao uso, pelos carroceiros, de um colete de identificação com o número da central, os pedidos aumentaram consideravelmente. Marco Antônio Alves, carroceiro da URPV da avenida Barão Homem de Melo, na zona oeste da capital, foi o campeão de atendimentos em 1999, título que recebeu da Pró-Reitoria de Extensão da UFMG em cerimônia realizada na universidade.

As solicitações de serviço são feitas a uma URPV, que as repassa aos condutores cadastrados. Isso

os obriga a manter contato frequente com as unidades. No máximo 24 horas após a ligação, o contratante é atendido e recebe um comprovante de que o entulho será depositado em local regulamentado pela Prefeitura.

Tomada de consciência

O levantamento de dados socioeconômicos, a cargo da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, tem o propósito de traçar o perfil dos carroceiros. No futuro, essas informações poderão viabilizar metas mais ousadas, como a montagem de galpões de reciclagem geridos pela própria categoria. Nesses galpões funcionariam oficinas de recuperação de móveis e utensílios domésticos descartados, empregando, de preferência, trabalhadores mais velhos.

Outra meta já alcançada pelo programa são os cursos que ensinam a fabricar cabrestos e a ferrear cavalos. O domínio dessas técnicas permite que os carroceiros aumentem sua renda prestando esses serviços aos colegas, a baixo custo.

O incentivo à construção de um sentimento de classe permeia todas as atividades desenvolvidas com os carroceiros. “Esses trabalhadores não conhecem seus direitos, e muitos sequer sabem que a profissão é reconhecida pelo INSS”, diz a assessora da SLU. Ela conta que, no início do programa, a categoria era completamente desorganizada. Hoje já existem duas associações de carroceiros na cidade.

Veículo e condutor documentados

Em decreto publicado em julho último, a prefeitura de Belo Horizonte estabeleceu a regulamenta-



ção dos veículos de tração animal em toda a cidade. A BHTrans é responsável por cadastrar e emplacar carroças e fornecer aos carroceiros um curso sobre as normas de circulação desses veículos previstas no Novo Código Brasileiro de Trânsito, editado em 1998.

Durante as palestras, os carroceiros aprendem a trafegar de forma correta e segura pela cidade e são instados a evitar as áreas centrais e alertados para os riscos de colisões e atropelamentos. Segundo a gerente de trânsito da BHTrans, Lilian Fagundes, o cadastro do veículo de tração animal, iniciado em agosto, funciona como o documento de um carro. Da carteira de condutor, que já está sendo emitida, consta o tipo sanguíneo do carroceiro, determinado por parceiros do projeto na Escola de Farmácia.

Trata-se de uma medida de segurança, pois os condutores de carroça estão constantemente expostos à violência do trânsito, cada vez maior nas grandes cidades.

Maya Mitre

Especial para *Ciência Hoje*/MG

URPVs e estações de reciclagem em Belo Horizonte: controle de bota-foras clandestinos e uso racional de rejeitos da construção civil

O carroceiro e sua carroça: colete com telefone da central atrai cada vez mais clientes



Arma contra o mal de Chagas

A doença de Chagas atinge hoje cerca de 18 milhões de pessoas nas Américas Central e do Sul, e 90 milhões correm o risco de contrai-la por viverem em áreas endêmicas. Mas o protozoário *Trypanosoma cruzi*, responsável por essa enfermidade e um dos grandes inimigos do homem, começa a revelar seus pontos fracos. Pesquisadores do Instituto Pasteur (na França) e do Instituto Gulbenkian de Ciência e da Universidade do Porto (em Portugal) descobriram uma proteína (o mitógeno TcPA45, ou racemase) usada por esse protozoário para enganar os mecanismos de defesa do organismo humano, tornando pouco eficazes as vacinas existentes. A descoberta pode levar a novas formas de prevenção e tratamento da doença.

Como a maioria dos protozoários, bactérias, vírus e fungos, o *T. cruzi* também procura sobreviver aos esforços do sistema imunológico humano para combatê-lo. Para isso, libera moléculas especiais, os mitógenos (proteínas, açúcares ligados a proteínas ou gorduras associadas a açúcares), que, como o nome indica, induzem a mitose (divisão) de células do sistema de defesa, levando à sua proliferação desordenada. Isso acarreta a produção indiscriminada de anticorpos, e não de anticorpos específicos contra o parasita, dificultando o combate ao invasor. O estudo da ação do mitógeno liberado pelo *T. cruzi* permitiu à equipe do Instituto Pasteur descobrir que a ineficácia das vacinas e tratamentos atuais decorre da escolha incorreta do objeto de estudo das pesquisas.

As moléculas mais estudadas (como 'alvos' da ação de vacinas ou drogas) são as presentes em

maior número na superfície do *T. cruzi*, as envolvidas nos mecanismos que o protozoário usa para invadir as células dos tecidos, ou ainda aquelas essenciais à sua multiplicação. A estratégia da nova pesquisa, segundo sua coordenadora, a imunologista brasileira Paola Minoprio, "é pouco clássica, porque se baseou no aperfeiçoamento dos meios de detecção e de defesa do sistema imunológico, para torná-lo capaz de perceber a estratégia do parasita e, assim, não se deixar confundir".

A descoberta e o estudo da ação do mitógeno TcPA45 ampliaram a metodologia de pesquisa na área de doenças infecciosas, porque a estratégia de busca de moléculas semelhantes é válida para qualquer tipo de agente patogênico contra o qual ainda não exista um tratamento eficaz. A mesma equipe já identificou substâncias parecidas e com a mesma função no parasita da malária, no bacilo da tuberculose, no fungo causador da candidíase, no vírus da peste porcina e em muitas bactérias.

Paola Minoprio acredita que os mitógenos poderiam ajudar no desenvolvimento de vacinas. Segundo a imunologista, "com quantidades ínfimas dessas proteínas o sistema imunológico poderia ser induzido a se preparar contra o ataque de parasitas, produzindo anticorpos específicos para combater os mitógenos". Assim, acrescenta, "quando os agentes patogênicos liberassem essas proteínas para 'driblar' as defesas humanas, os anticorpos já estariam lá, prontos para neutralizar essa estratégia de invasão, e o sistema imunológico poderia combater a doença de forma mais específica".

Segundo Minoprio, ainda não há previsão para a chegada ao mercado de uma vacina baseada no mitógeno do *T. cruzi*. Por enquanto, a eficácia da proteção foi testada apenas em animais de laboratório, e os resultados iniciais confirmam a hipótese dos pesquisadores: a eficácia da imunização variou entre 85% e 95%. O fato de o mitógeno ter atividade enzimática favorece o desenvolvimento de medicamentos preventivos, que evitem a infecção. Para pessoas já infectadas (assintomáticas ou crônicas), a alternativa será produzir uma droga que iniba a atividade enzimática e, em consequência, a estratégia do parasita. "Tais inibidores não provocaram, em camundongos, qualquer efeito colateral, o que pode indicar menores dificuldades para a aplicação de um inibidor em humanos", imagina a imunologista.

A pesquisa, realizada há 17 anos, foi relatada na revista *Nature Medicine* de 1º de agosto deste ano. Atualmente, a equipe investiga a importância do mitógeno TcPA45 na vida do parasita em seu meio natural. "Também buscamos identificar os receptores das células de defesa humanas envolvidos no crescimento desordenado que o mitógeno causa, e estudamos como é regulada a expressão do gene que codifica essa proteína", revela Minoprio. Os estudos nessa linha "pouco clássica" vão continuar, garante a pesquisadora, em função das perspectivas promissoras, que abrangem não só a doença de Chagas, mas diversos outros males endêmicos em vastas regiões do planeta.

Cristina Souto
Ciência Hoje/RJ

BIOQUÍMICA

HEPARINA É DESCOBERTA EM CAMARÃO

Pesquisadores das universidades federais do Estado de São Paulo (Unifesp), do Rio Grande do Norte e do Paraná encontraram heparina de baixo peso molecular nas vísceras de camarões das espécies *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus vannamei*. A descoberta é uma alternativa para a produção farmacológica da substância, hoje sintetizada a partir das vísceras de bois e porcos.

A heparina de baixo peso molecular, substância de alta ação antitrombótica, é obtida por fragmentação química ou enzimática da heparina comum e se mantém mais tempo ativa no organismo do que esta última. "Para evitar a formação de trombos, seriam necessárias duas a três doses de heparina comum para cada dose da de baixo peso molecular", explica Carl Peter von Dietrich, do Departamento de Bioquímica da Unifesp.

No camarão, a heparina já existe com baixo peso molecular, não sendo necessário, para sua obtenção, submetê-la a processos químicos, que modificam a estrutura da molécula, como no caso da heparina extraída a partir da mucosa intestinal do porco e do boi.



Além disso, o Nordeste produz camarões em grande quantidade, em cativeiro, e o custo da matéria-prima é baixo já que as vísceras se encontram na cabeça do crustáceo, não aproveitada comercialmente.

A heparina comum (também encontrada em pequena quantidade no organismo humano) aumenta em mil vezes a ação da antitrombina, um inibidor de coagulação sanguínea presente no sangue, evitando a formação do coágulo resultante da ação em cascata de determinadas enzimas. "A protrombina transforma-se em trombina e causa a mudança do fibrinogênio em fibrina, formando o coágulo. Quando ocorre a ligação entre a protrombina e a antitrombina – reação esta acelerada pela heparina comum –, não há coagulação, porque não há formação de fibrina", acrescenta Dietrich. Já a heparina de baixo peso molecular inibe o fator anti-Xa – que permite a transformação da protrombina em trombina – e impede o prosseguimento da coagulação e a formação de trombos.

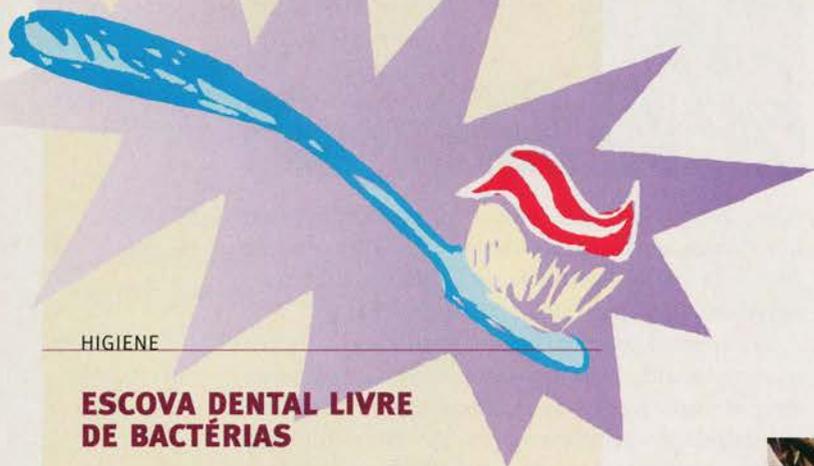
AMBIENTE

MENOS POLUIÇÃO, MAIS SAÚDE INFANTIL

O controle eficaz da poluição do ar contribui para reduzir a prevalência de doenças respiratórias em crianças. É o que revela um estudo coordenado pela geógrafa e médica Helena Ribeiro, do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Em 1988, na região metropolitana da capital paulista, a pesquisadora registrou a correlação entre a ocorrência de sintomas de doenças respiratórias em crianças e a distribuição geográfica da poluição do ar – causada pela concentração de dióxido de enxofre, basicamente de origem industrial, e materiais particulados (partículas em suspensão no ar provenientes de processos industriais e de combustíveis automotivos). Em 1998, depois de repetir o estudo com o objetivo de avaliar o resultado dos programas então implantados para a diminuição dos índices de poluição e das políticas adotadas por órgãos de proteção ambiental, Ribeiro constatou uma significativa redução das doenças respiratórias.

Na primeira etapa, foram selecionadas duas áreas – Tatuapé, com altos índices de poluição, e Osasco, com nível intermediário –, nas quais crianças de 11 a 13 anos, de escolas da rede pública, responderam a um questionário sobre a ocorrência de problemas respiratórios. Dez anos depois, aplicou-se questionário idêntico a crianças com o mesmo perfil. Foram analisadas, ainda, as condições do ar, no período de 1983 a 1998, nessas regiões. No Tatuapé, segundo a pesquisadora, os níveis de dióxido de enxofre e de material particulado se reduziram a padrões toleráveis, ao passo que em Osasco, apesar da diminuição do dióxido de enxofre, a taxa de partículas em suspensão no ar aumentou.

O resultado é que, na região antes afetada pelos maiores índices de poluição do ar, houve a diminuição da prevalência de vários sintomas, como resfriado com catarro, que caiu de 72,4% para 60,1% das crianças pesquisadas. De igual modo, as operações de amígdalas também diminuíram: de 11,2% para 1,98%. Já em Osasco, houve um aumento desses sintomas, ultrapassando a prevalência no Tatuapé. "A diminuição de um só tipo de poluente não é suficiente para proteger a saúde da população infantil", resume Ribeiro.



HIGIENE

ESCOVA DENTAL LIVRE DE BACTÉRIAS

A escova dental sempre foi tida como o inimigo número um das bactérias responsáveis pela cárie. Entretanto, pesquisa realizada por Soraia Macari e Gisele Faria, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, campus de Ribeirão Preto, demonstra que o cuidado inadequado com as escovas pode transformá-las em um ambiente propício ao desenvolvimento bacteriano.

A primeira etapa consistiu em distribuir escovas e tubos de creme dental para 64 crianças da amostra. Cinco dias depois, as escovas utilizadas foram divididas em três grupos, cada um dos quais submetido a tratamento diferente. As do primeiro grupo permaneceram imersas em gluconato de clorexidina (anti-séptico bucal) a 0,12%; as do segundo, em água sanitária a 1%; e as do terceiro, em água de torneira esterilizada. Após 20 horas de imersão, constatou-se que tanto o anti-séptico bucal quanto a água sanitária impediram, de forma eficaz, o crescimento bacteriano. Já nas escovas imersas em água de torneira houve proliferação das bactérias causadoras de cárie.

Segundo o pesquisador Paulo Nelson Filho, orientador do trabalho, as escovas dentais, após a utilização, devem ser cuidadosamente lavadas e secas e, em seguida, deixadas em ambiente arejado ou em frascos individuais com anti-séptico bucal, durante a noite. "Ambientes úmidos ou recipientes fechados, tais como as embalagens que acompanham a escova, facilitam o crescimento bacteriano e a ocorrência de contaminação", diz Nelson Filho.

FITOTERAPIA

PÓ DO BABAÇU PODE PREVENIR ÚLCERAS

Mais uma fórmula medicinal popular ganha respaldo acadêmico. Desta vez, o remédio fabricado com o pó extraído da polpa do coco do babaçu (*Orbignya martiana*) teve sua eficácia testada na prevenção da úlcera gástrica decorrente da ingestão de álcool. A pesquisa, realizada com ratos de laboratório, vem sendo coordenada pela farmacologista Maria Bernadete Maia, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).



Maia, que estuda o fruto há 14 anos, já havia identificado as propriedades antiinflamatórias do coco do babaçu, difundidas na sabedoria popular. Ações terapêuticas contra artrite e reumatismo também já tinham sido observadas. A partir de 1996, a pesquisadora começou a investigar as propriedades do pó do babaçu no tratamento de úlceras. Nos testes feitos em ratos, a farmacologista percebeu que o produto, quando ingerido, forma na parede interior do estômago uma camada que protege o órgão dos efeitos nocivos do álcool, mais precisamente do etanol. "Ainda estamos estudando que substâncias do pó são responsáveis por essa proteção e por que ela se dá", completa ela.

Maia também suspeita que o pó do babaçu tenha alguma influência na inibição do ácido clorídrico, secretado pelas células parietais do estômago, e que é um dos causadores das lesões na mucosa. Verificou-se que o pó do babaçu apresenta eficácia de 70%, contra 27% dos remédios convencionais. "Ainda não temos previsão para realizar os experimentos em humanos", conclui Bernadete Maia.

Maia também suspeita que o pó do babaçu tenha alguma influência na inibição do ácido clorídrico, secretado pelas células parietais do estômago, e que é um dos causadores das lesões na mucosa. Verificou-se que o pó do babaçu apresenta eficácia de 70%, contra 27% dos remédios convencionais. "Ainda não temos previsão para realizar os experimentos em humanos", conclui Bernadete Maia.





Programa de **recursos humanos**
da **ANP** para o setor de
petróleo e gás

PRH - ANP / MME / MCT

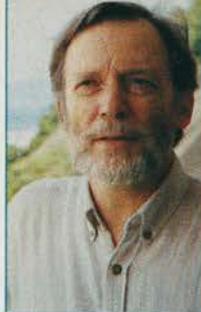
531 bolsas concedidas • **R\$ 3,8 milhões** para taxas
de bancada em 2000 • **22** universidades participantes
em **13** estados • **31** programas beneficiados

Apoio à **formação de pessoal** qualificado
na área de **petróleo e gás natural**

Maiores informações, visite nosso site: www.anp.gov.br (seção desenvolvimento tecnológico)

Endereço eletrônico: prh@anp.gov.br





Tomaz Langenbach

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

Os manguezais de Guapimirim: perdas e ganhos nos últimos 20 anos

O vazamento de petróleo na baía de Guanabara, há um ano, desencadeou uma dura reação da sociedade e dos órgãos públicos. Tal reação deveu-se à consciência existente sobre a importância ecológica dos manguezais, decorrente da luta iniciada há 20 anos pela preservação desse ecossistema. Mesmo que pareça contraditório, espera-se um resultado positivo desse desastre ecológico: a liberação de recursos substanciais, que possam garantir maior proteção aos manguezais e, mais ainda, contribuir para que a baía de Guanabara tenha no futuro a qualidade ambiental que todos desejam.

Acompanhei com um misto de apreensão e satisfação o noticiário sobre o vazamento de petróleo ocorrido em janeiro do ano passado na baía de Guanabara. A apreensão não precisa de explicações, mas para justificar a satisfação pretendo lembrar alguns marcos da longa luta pela preservação dos mangues do Guapimirim e registrar a gradativa evolução da consciência ecológica na sociedade, que levou a consequências muito importantes nos acontecimentos atuais.

A preservação dos manguezais do fundo da baía de Guanabara foi proposta em 1978 pela repre-

sentação no Rio de Janeiro da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). O projeto ambiental foi elaborado por diversos pesquisadores, entre eles Norma Crud Maciel e Dorothy Sue Dunn de Araújo, da Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (Feema), e Elmo da Silva Amador, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, coordenados pelo autor. Essa proposta foi apoiada pela comunidade científica e pelos ambientalistas por vários motivos: o fato de ser a última área de mangues existente na baía de Guanabara, a importância ecológica desse ecossistema na

reprodução dos peixes, a riqueza da flora e fauna locais, o sustento da comunidade de pescadores e a consciência de que a destruição desses mangues intensificaria o assoreamento da baía, reduzindo seu tamanho.

Pouco tempo depois, foi publicada no *Diário Oficial* do estado do Rio de Janeiro a aprovação de um projeto de drenagem e retificação do rio Guapimirim, situado na área desses manguezais, através de um convênio entre a empresa Bozano Simonsen Agropastoril e o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), do governo federal. A justificativa

para essa drenagem era tornar a área dos manguezais de uso urbano, agrícola e industrial, evitando enchentes na região.

A polêmica entre essas duas concepções opostas foi acirrada, mas ao tornar-se pública, graças à excelente cobertura da imprensa, fez com que a importância dos manguezais ficasse conhecida. O projeto de drenagem não pôde ser sustentado e foi abandonado. Acredito que isso ocorreu porque a proposta de preservação foi muito bem formulada, surgiu antes do projeto do DNOS e foi defendida na época com tenacidade e competência.

Anos se passaram com reuniões, negociações, mapeamento, exposições sobre o tema e o trabalho de uma comissão nomeada pelo Ministério do Interior. Só em 1984 foi publicado o decreto presidencial que criava a Área de Proteção Ambiental do Guapimirim, compreendendo os manguezais do fundo da baía de Guanabara. O passo seguinte, para todos os envolvidos nessa luta, era organizar essa unidade de conservação. Os projetos elaborados com essa finalidade previam a implantação da infra-estrutura necessária para controlar o desmatamento e os currais de pesca e eliminar o despejo de lixo de São Gonçalo nos mangues, definiam a área reservada à pesquisa e a área de visitação pública e determinavam a construção de uma sede administrativa, com local para divulgar (em exposições públicas) como funciona o ecossistema dos mangues. A carência de recursos, ano após ano, refletiu a falta de vontade política, fazendo com que as realizações na Área de Proteção Ambiental de Guapimirim ficassem aquém do desejado.

Até há pouco tempo, pairavam dúvidas sobre o sucesso dessa luta. Um decreto presidencial prevendo a proteção da área pouco significa se permanecer como letra morta. No entanto, há alguns anos, ao folhear uma revista com



Controlar a poluição nas águas da baía de Guanabara é essencial para melhorar a qualidade de vida dos habitantes do seu entorno e evitar prejuízos maiores

fotografias de satélite da baía de Guanabara, percebi que entre o Grande Rio e a área de São Gonçalo e Niterói existia uma grande área verde não-urbanizada. Naquele momento percebi que, apesar de tudo, obteve-se um grande resultado. Se hoje a unidade de conservação não é a desejada, pode-se lutar para que amanhã seja melhorada. Mas, de qualquer modo, o espaço é dos mangues.

O vazamento de petróleo de um ano atrás revelou uma grande preocupação, tanto da sociedade civil quanto dos órgãos públicos, com a sobrevivência e a preservação dos manguezais. Isso significa a consagração da importância daquele ecossistema. A satisfação que sinto hoje vem da percepção de que a luta para evitar a destruição dos manguezais, às vezes bastante silenciosa, foi claramente vitoriosa.

Em um acidente de grande escala, como esse vazamento, é grande o impacto ambiental sobre a flora e a fauna nos locais atingidos pela mancha de óleo, podendo levar à morte uma parcela significativa dos vegetais e animais. Esse impacto poderá ser mais duradouro que a eliminação do poluente, facilitada pela rápida volatilização e degradação (por microrganismos) das moléculas presentes no petróleo. As medidas de contenção e remoção também ti-

veram papel relevante na limpeza do ambiente.

Se o acidente resultou de um descaso por parte da Petrobras, de dimensões injustificáveis, ao menos o maciço noticiário sobre o assunto propiciou uma liberação substancial de recursos, viabilizando investimentos mais abrangentes no controle da poluição na baía de Guanabara e tornando possível atacar os principais problemas dessa baía. Além de prevenir futuros vazamentos de petróleo, tais investimentos servirão para reduzir o impacto contínuo do despejo de lixo e esgoto de milhões de habitantes da região vizinha, extremamente prejudicial a toda a baía de Guanabara.

Controlar a poluição nas águas da baía de Guanabara é essencial para melhorar a qualidade de vida dos habitantes do seu entorno e evitar prejuízos maiores, como – por exemplo – a rejeição do Rio de Janeiro como cidade-sede da Olimpíada de 2004 em função da péssima condição em que se encontra essa baía. Espero que essa data venha a ser lembrada para comemorar o fim da inércia e das desculpas burocráticas, junto com o início de medidas eficazes em direção a uma baía de Guanabara com águas limpas, manguezais preservados e praias balneáveis. Enfim, com a qualidade ambiental que todos desejam. ■

OCEANOGRAFIA Produção artificial de espécies marinhas pode ajudar a evitar a fome

Oceanos: fonte de alimentos para o século 21

Estudos sobre o provável esgotamento dos recursos naturais do planeta, em função do crescimento acelerado da população humana, indicam que a produção de alimentos por pessoa pode começar a cair já nas primeiras décadas do século 21. Entre as alternativas que podem alterar esse quadro destaca-se a maricultura, ou seja, a produção artificial de mariscos e outros organismos marinhos. Por **Yasunobu Matsuura**, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Em 1968, uma associação internacional de cientistas foi fundada em Roma para discutir o futuro da humanidade. O Clube de Roma, como essa associação foi batizada, iniciou, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos, amplo estudo sobre as implicações e conseqüências do crescimento da população e das atividades humanas. Os resultados dessa análise do sistema da natureza em nível planetário foram publicados,

em 1972, no livro *The limits to growth* (*Os limites para o crescimento*).

A previsão mais chocante do livro é a de que os recursos naturais da Terra não suportarão a taxa atual de aumento da população além de 2100, mesmo com os avanços da tecnologia (ver 'Panorama assustador'). Como previsto na simulação por computador, a população humana triplicou nos últimos 60 anos, passando de 2 bilhões em 1940 para 6 bilhões

PANORAMA ASSUSTADOR

A simulação, em computador, do modelo global de crescimento populacional e das mudanças físicas, econômicas e sociais do planeta aponta para uma redução, em menos de 20 anos, da disponibilidade de alimentos para a humanidade (figura 1). As curvas foram traçadas (em escalas variáveis) com base nos valores históricos de cada variável, entre 1900 e 1970, e em estimativas do Clube de Roma para as décadas seguintes, até 2100. As perspectivas são assustadoras. A excessiva exploração dos recursos naturais, decorrente do rápido crescimento da população mundial, deve fazer com que tais recursos diminuam até um nível crítico já no início do século 21, o que resultará na queda rápida da produção *per capita* tanto de alimentos quanto de bens industriais, e no aumento da poluição. As necessidades vitais de uma população humana crescente não poderão ser atendidas, gerando fome e maior mortalidade e levando à sua rápida – e dramática – redução.

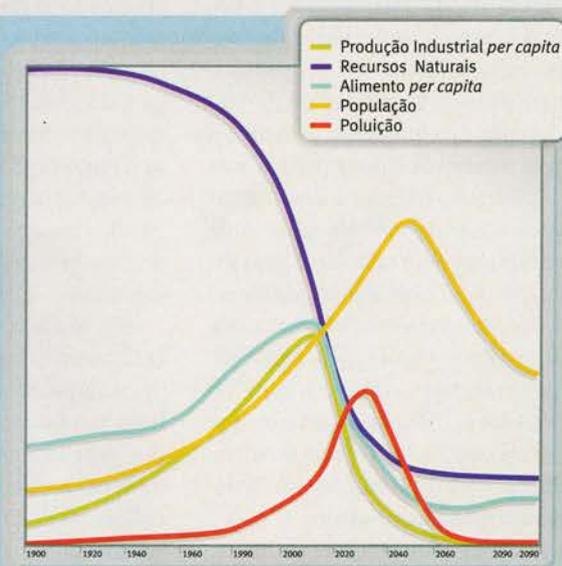


Figura 1. Simulação em computador do comportamento, para todo o planeta, de algumas variáveis socioeconômicas, mostrando que a disponibilidade de alimento pode diminuir dentro de uma década (as escalas são arbitrárias)

de pessoas em 2000. Isso significa que a biomassa humana (o peso total dos seres humanos) no planeta já atinge, nesta passagem de século, 300 milhões de toneladas.

Uma biomassa desse porte, para uma só espécie, o *Homo sapiens*, é um recorde na história natural da Terra. Como comparação, pode ser citada a captura anual de uma das espécies de peixes mais abundantes do oceano, a anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), que alcança cerca de 12 milhões de toneladas. Para sustentar uma captura com essa magnitude, a população total da anchoveta deve ter um peso de, pelo menos, 48 milhões de toneladas. Nenhuma outra espécie de animal apresenta biomassa total com esse porte, ainda bem distante da biomassa da espécie humana.

Para alimentar 6 bilhões de habitantes, grande parte da superfície da Terra foi transformada em área de cultivo e pastagem. Hoje, a agricultura é a principal fonte de alimentos para a população humana, mas essa fonte é limitada. Segundo estimativa do Clube de Roma, a área total cultivável sobre a Terra é de cerca de 3,2 bilhões de hectares, e metade dessa área já estava sendo utilizada em 1965. Aproveitar a outra metade, porém, será mais difícil, pois o custo para transformar essa parcela – que inclui, por exemplo, campos e florestas remanescentes – em áreas cultiváveis é muito alto.

A produção primária global dos ecossistemas terrestres (ou seja, a síntese de matéria orgânica a partir da energia solar e de elementos inorgânicos) foi estimada em cerca de 132 bilhões de toneladas ao ano, e de 35% a 40% dessa produção vem sendo usada direta ou indiretamente pelo homem como alimento, segundo estudos do ecólogo Peter M. Vitousek e outros (figura 2). Os padrões de exploração, distribuição e consumo humano de matéria orgânica não suportarão por muito tempo o aumento da população, mesmo com a utilização mais racional dos recursos naturais. Isso significa que o limite para o crescimento não está muito longe do presente e será determinado pelo fator limitante

Tipo de ambiente	Área total (milhões de km ²)	Produção primária bruta (bilhões de toneladas)
Floresta	31	48,7
Matas, pradarias e savanas	37	52,1
Deserto	30	3,1
Ártico e alpino	25	2,1
Terra cultivada	16	15
Área humana habitada	2	0,4
Outros (pântano, marisma etc.)	6	10,7
TOTAL	147	132,1

FONTE: ADAPTADO DE VITOUSEK E OUTROS, 1986

da biosfera do planeta Terra, ou seja, a demanda de alimento humano ultrapassará o seu fornecimento por causa de fatores como a falta de áreas de cultivo, o aumento do custo de produção, o aumento de pragas e da poluição e outros.

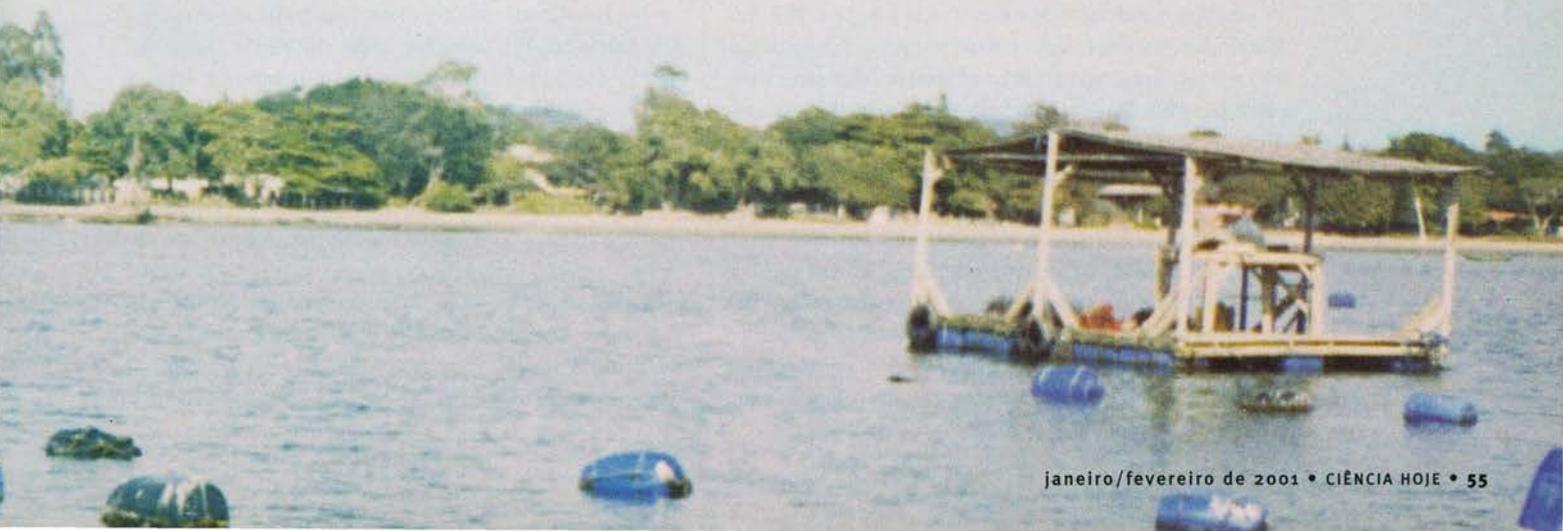
Os limites da pesca

Outra fonte de alimentos para o homem é o mar. Os recursos pesqueiros são considerados recursos renováveis e seu uso racional é fundamental para garantir seu aproveitamento futuro. Nos últimos 20 anos, a produção mundial de pescados marinhos cresceu a uma taxa anual de 2,3%, chegando a 86 milhões de toneladas em 1997. Esse volume, porém, indica apenas o pescado aproveitado. Na verdade, a pesca comercial retira do mar – e descarta – uma enorme quantidade de peixes sem valor comercial: em 1994, esse descarte atingiu 27 milhões de toneladas. Os dois números permitem estimar que a produção total de pescados dos oceanos (ou a retirada de biomassa) ultrapassa 100 milhões de toneladas ao ano.

Nos mares, a maior parte da produção primária cabe às plantas unicelulares que vivem na superfície da água e são chamadas, em conjunto, de fitoplâncton. De acordo com estimativa do biólogo francês Daniel M. Pauly (1996), a produção primária

Figura 2.
A produção primária bruta (de matéria orgânica) é diferente para cada tipo de ambiente encontrado no planeta

Empreendimento na costa de Santa Catarina já produz 8 mil toneladas de mariscos por ano



Ecossistema	Área total (milhões de km ²)	Produção primária (gC/m ² por ano)	Captura total (g/m ² por ano)	Descarte de peixes (g/m ² por ano)	Média de nível trófico de peixe capturado	Produção primária necessária (%)
Oceano aberto	332	103	0,01	0,002	4	1,8
Região de ressurgência	0,8	973	22,2	3,36	2,8	25,1
Plat. continental (tropical)	8,6	310	2,2	0,671	3,3	24,2
Plat. continental (temperada)	18,4	310	1,6	0,706	3,5	35,3
Região costeira e recifes	2	890	8	2,51	2,5	8,3
Rio e lagoas	2	290	4,1	Sem dados	3	23,6

ADAPTADO DE PAULY & CHRISTENSEN, 1995

Figura 3. A sustentação da captura total de pescados, em cada ecossistema, exige uma produção primária mínima (que depende do nível que os peixes capturados ocupam na cadeia alimentar)

ria dos ecossistemas marinhos (em diferentes partes dos oceanos) necessária para sustentar a retirada de 100 milhões de toneladas de pescado seria de 2,7 bilhões de toneladas anuais de carbono, o que corresponde a aproximadamente 8% de toda a produção primária global marinha. Mas, quando analisamos esse valor por diferentes ecossistemas oceânicos, a produção primária necessária para sustentar a produção de pescados sobe para 24,2% na plataforma continental da região tropical (figura 3).

Esses resultados demonstram que, apesar da pequena influência da pesca comercial sobre os organismos (plânctons) situados nos níveis inferiores da cadeia alimentar dos ecossistemas oceânicos, a margem de aumento da produção pesqueira é limitada. Considerando que a Organização Mundial para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) estimou a produção máxima sustentável da pesca nos oceanos em 100 milhões de toneladas/ano (incluindo o pescado descartado) e que esse volume já foi alcançado nos anos 90, talvez essa margem não exista mais.

Maricultura é uma opção

A captura de organismos marinhos nas águas litorâneas do Brasil alcança cerca de 750 mil toneladas anuais. Supondo que os peixes descartados de barcos comerciais representem 30% do volume aproveitado, a retirada total de pescado chega a 975 mil toneladas, ou seja, aproximadamente 1% do máximo sustentável em todos os oceanos. No caso brasileiro, a retirada é sustentada por ecossistemas marinhos de regiões tropicais e subtropicais, considerados de baixa produtividade primária, apesar da elevada biodiversidade.

Outra característica dos ecossistemas tropicais que reduz os limites da pesca sustentável é a complexidade da cadeia alimentar. Nesses ecossistemas, mais de 90% da produção primária cabe ao pequeno fitoplâncton (plantas do tamanho de bactérias). Os materiais orgânicos produzidos pelo fitoplâncton são

consumidos pelo microzooplâncton, ou seja, pelos animais microscópicos que vivem na água, e estes, por sua vez, os transferem para os níveis superiores da cadeia alimentar. Para que essa energia chegue ao topo da cadeia alimentar – a peixes predadores, como atuns (espécies do gênero *Thunnus*) –, é preciso passar por três a quatro níveis desta. Portanto, apenas uma pequena parcela da energia que o fitoplâncton produz chega aos peixes predadores, explorados como pescado nas águas brasileiras.

Considerando os limites para a retirada de recursos pesqueiros em águas costeiras brasileiras, uma alternativa seria explorar organismos situados em níveis inferiores da cadeia alimentar, como plantas aquáticas e animais herbívoros, através de aquicultura. Do cabo Orange (4°N), no Amapá, até o arroio Chuí (34°S), no Rio Grande do Sul, o Brasil tem cerca de 7,4 mil km de litoral marítimo, no qual existem inúmeras áreas propícias à maricultura.

Em diversos países do mundo, 'fazendas' marinhas indicam que essa opção pode ter grande importância para a produção de alimentos, sendo, ao mesmo tempo, uma atividade econômica rentável. O Japão, onde a aquicultura tem longa tradição, produz 250 mil toneladas de ostras e 430 mil toneladas de vieiras ao ano através de maricultura intensiva. Já a Espanha chega a produzir até 190 mil toneladas de mariscos ao ano através de cultivo.

No Brasil, um exemplo está no cultivo de mariscos iniciado em 1995 na costa de Santa Catarina, que já está produzindo 8 mil toneladas por ano. A criação de mariscos aproveita a alta produtividade natural de águas costeiras, permitindo a transformação da produção primária do fitoplâncton em proteína animal. Essa e outras iniciativas semelhantes (criação de mariscos ou camarões), em diversos pontos da costa brasileira, demonstram que a contribuição do mar no fornecimento de alimentos pode aumentar significativamente, desde que se saiba aproveitar o potencial dos ecossistemas marinhos. ■



PALEONTOLOGIA Estudo de grãos de pólen e esporos fossilizados auxilia a chamada ecologia histórica

Pólen, paisagens e pré-história americana

Nos dias de hoje, a reconstituição de paleoambientes conta com inúmeras ciências de apoio. Entre elas, a palinologia – estudo dos grãos de pólen e dos esporos, através do qual podemos obter importantes informações sobre os ambientes passados, assim como sobre os possíveis arranjos florísticos existentes em uma dada época geológica. Nas escavações arqueológicas, os grãos de pólen podem ser encontrados no interior dos sedimentos, nas urnas funerárias, na superfície de objetos manipulados pelo homem ou mesmo na superfície e no interior das fezes fossilizadas, conhecidas como coprólitos. Por **Sérgio Augusto de Miranda Chaves**, do Laboratório de Ecologia da Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz

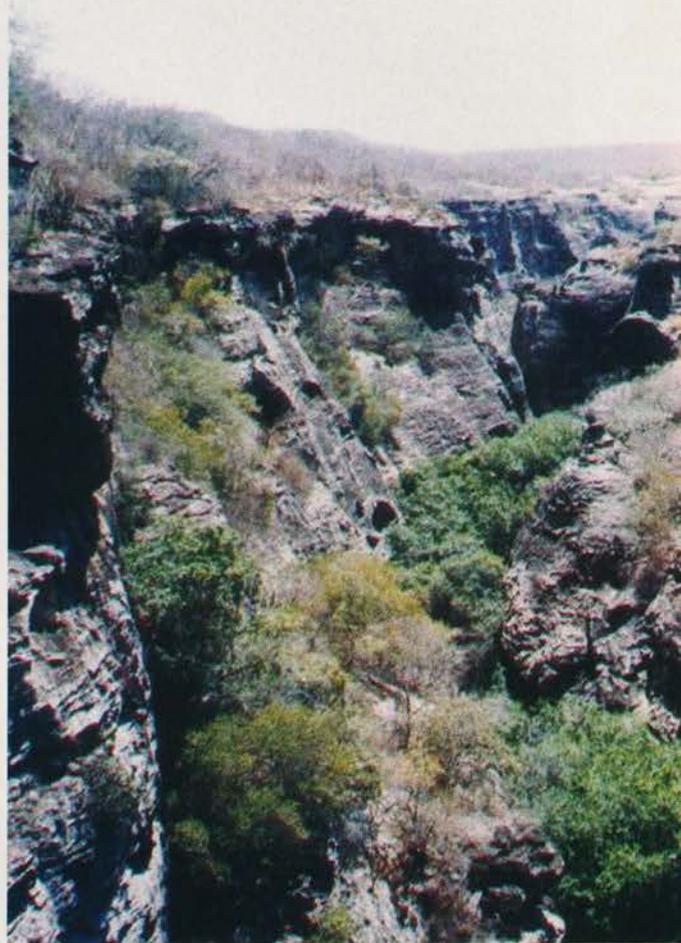
A história da ocupação humana no continente americano está intimamente ligada à de outra e também importante história: a da ocupação dos diversos – e muitas vezes inóspitos – ecossistemas presentes nesse novo e último espaço de conquista, a América. Sem dúvida alguma, parte das vagas migratórias humanas que povoaram nosso continente seguiu o mesmo caminho da megafauna que lhes foi contemporânea. Vindas provavelmente da Sibéria, essas vagas humanas ultrapassaram a ponte gelada do estreito de Bering; transpuseram as extensas for-

mações de tundras lá existentes, assim como na região do Alasca; percorreram o corredor já então aberto entre as geleiras, durante o interglacial de Würm, nas planícies areno-argilosas da América do Norte; ultrapassaram a vegetação equatorial amazônica, até alcançarem o nordeste e o centro do Brasil e se dirigirem para as distantes paragens litorâneas do Atlântico e do Pacífico, na América do Sul (essa rota é puramente especulativa, já que novas descobertas arqueológicas apontam para, no mínimo, duas outras vias de acesso ao continente!). ▶

Foi durante a época holocênica, iniciada cerca de 10 mil anos atrás, que se deu o desenvolvimento dos atuais mamíferos herbívoros nesse continente, devido à expansão dos espaços ocupados então por 'pastagens'. Foi nesse mesmo período que a espécie *Homo sapiens sapiens* expandiu sua conquista territorial, distribuindo-se pelo continente americano e desenvolvendo então inúmeras transformações culturais relacionadas aos ecossistemas tropicais da América do Sul. Podemos mesmo afirmar que, já no Pleistoceno final, entre 13 mil e 10 mil anos atrás, taisavas dessas migrações humanas que tomaram a direção do continente americano obtiveram um enorme sucesso de adaptação, principalmente no que diz respeito à sua economia de subsistência baseada na caça de animais selvagens, na pesca e mesmo na coleta de plantas. Esses grupos de caçadores-pescadores-coletores, para sobreviverem em um dado território, num movimento migratório que dependia, sem dúvida alguma, de recursos naturais como a água, necessitavam de, no mínimo, uma área de 75km² para um grupo de 25 pessoas. Calcula-se que, já no final do Pleistoceno, uma grande e representativa população de seres humanos (mais de 2 milhões) movimentava-se em fluxos migratórios de grande relevância pelos cinco continentes.

Além da adaptabilidade desses grupos humanos aos novos cenários ecológicos, outras questões se colocam, por exemplo, sobre seu modo de vida e de subsistência, ou mesmo sobre as diversas formas de relação com grupos próximos 'aparentados', assim como sobre a existência de possíveis níveis hierárquicos intragrupos. Mas não é nosso intuito, nesta breve resenha, nos aprofundarmos em tais questões. Apresentar uma visão geral da importância de algumas ciências na reconstituição de paleoambientes já é, por si só, uma árdua tarefa!

A reconstituição de paleoambientes holocênicos, e mesmo pleistocênicos, conta, nos dias de hoje, com inúmeras ciências de apoio, imprescindíveis ao aprimoramento de estudos paleoambientais, a saber: a dendrocronologia, estudo dos 'anéis' existentes no interior dos troncos das árvores e suas relações com as mudanças climáticas; a palinologia, estudo dos grãos de pólen e dos esporos; a paleomalacologia, estudo dos moluscos fósseis; o estudo dos fitólitos, partículas de silício depositadas na epiderme das folhas e no caule das plantas; o estudo das diatomáceas, algas microscópicas, que são ótimas indicadoras de mudanças ambientais; a antracologia, estudo dos restos carbonizados de madeira encontrados nas escavações arqueológicas e/ou em outros solos, antropizados ou não; e até mesmo o estudo de determinados coleópteros, insetos que respondem muito rapidamente às mudanças climáticas.



Através do estudo dos pólen e dos esporos, obtemos importantes informações sobre os ambientes passados, assim como sobre os possíveis arranjos florísticos existentes em uma dada época geológica, contribuindo dessa maneira para o esclarecimento de questões relacionadas aos paleoclimas, aos paleoambientes e às paleovegetações. Os grãos de pólen, microestruturas responsáveis pela fertilização das plantas com flor, são dispersos anualmente em quantidades que variam de planta para planta. Eles podem ser levados para localidades distantes da sua área de produção por correntes de ar, por insetos, por animais ou mesmo pelo homem. Porém, a maior parte desses grãos de pólen cai nas proximidades de seu local de origem, caracterizando assim a flora local. Esse depósito de pólen pode ser acumulado em 'armadilhas', como, por exemplo, lâminas untadas com vaselina, colocadas próximas à superfície do solo e que recolhem o que chamamos de chuva polínica.

Podemos extrair os grãos de pólen de sedimentos terrestres e/ou lagunares recentes ou mesmo de sedimentos arqueológicos através de alguns procedimentos químicos, para depois então analisarmos a sua frequência relativa de aparecimento nas amos-

No Parque Nacional da Serra da Capivara, no Piauí, onde existem formações rochosas como canyon da imagem à direita, fica o sítio arqueológico Toca do Boqueirão, onde foi encontrado, em sedimentos datados de 8.450 anos, pólen de *caesalpinhia* sp. (no detalhe, em vista polar e com aumento de 400 vezes)



tras, separando-os em arbóreos e não-arbóreos. É aí que se inicia o trabalho de reconstrução dos ambientes passados ou dos paleoambientes – através da análise e da interpretação dos diagramas polínicos. Estes são construídos a partir da identificação de táxons marcadores de determinados tipos vegetacionais e/ou de associações vegetais representativas de ambientes diversos: muito secos, muito úmidos, alagados, de florestas, de savanas, entre outros. É importante frisar que esses sedimentos analisados devem ser previamente datados, por métodos como o do carbono 14, para amostras de até 40 mil anos.

A preservação dos grãos de pólen é um capítulo à parte. Mesmo possuindo um invólucro indestrutível, a sexina – que é constituída de esporopolenina, composto resistente mesmo aos ácidos mais fortes, como o ácido sulfúrico e o ácido fluorídrico –, essa camada externa do pólen não resiste a sedimentos onde o oxigênio esteja presente. Porém, em sedimentos turfosos, lagos, lagoas e pântanos, encontramos ótimos ambientes para a sua conservação. Isso, porém, desde que esses sedimentos não tenham

passado por fases de ressecamento, o que causaria a destruição dos grãos de pólen, devido à existência de um meio aeróbico.

Nas escavações arqueológicas, podemos encontrar grãos de pólen no interior dos sedimentos; nas urnas funerárias, junto a sepultamentos diversos, especialmente nos estames das flores, que são comumente utilizadas como oferendas; assim como na superfície de objetos manipulados pelo homem, como utensílios de madeira, de cerâmica ou de pedra; ou mesmo na superfície e no interior das fezes fossilizadas, conhecidas como coprólitos.

Os coprólitos podem conter pólenes e esporos no seu interior e sobre eles mesmos, uma vez que os grãos de pólen depositam-se na sua superfície, funcionando como uma verdadeira 'armadilha orgânica'. O conteúdo polínico, assim como os macro e microrrestos encontrados nesse rico material orgânico, pode então fornecer informações sobre a dieta alimentar de seres humanos e de animais.

Uma análise mais aprofundada desse tipo de material necessita da identificação do animal que produziu o coprólito, se herbívoro ou carnívoro, pois a interpretação ambiental resultante desse tipo de informação está intimamente ligada aos hábitos alimentares do animal.

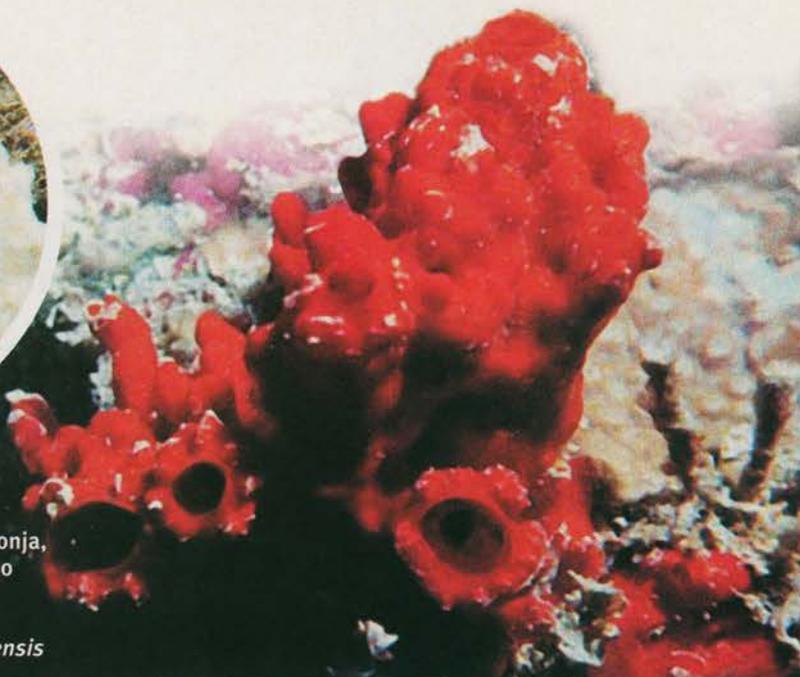
Além disso, a coprologia – estudo dos coprólitos – nos permite ainda obter preciosos dados sobre a paleodemografia de um determinado sítio, uma vez que podemos extrair, dos coprólitos, esteróides próprios do homem e da mulher, assim como o DNA mitocondrial (mtDNA), este utilizado para estudos taxonômicos e de relações de parentesco e evolução. Podemos também, através da paleoparasitologia, ciência que trabalha estreitamente com a coprologia, obter informações sobre doenças parasitárias, assim como sobre as possíveis rotas migratórias seguidas pelas populações humanas e animais no passado.

Podemos ainda, através da análise polínica de sedimentos ditos 'antrópicos', avaliar o impacto causado pelo homem no meio ambiente a partir das atividades relacionadas com o desenvolvimento da agricultura e com a implantação de culturas diversas.

A palinologia e as outras ciências acima citadas representam verdadeiros fios condutores e são importantes ferramentas utilizadas nas atuais linhas de pesquisa em ecologia aplicada, principalmente as relacionadas à evolução do homem e do seu ambiente, resgatando um novo olhar do que chamamos de ecologia histórica. ■



Na foto maior, a esponja *Dictyonella* sp., do tipo demosponja, pode ser encontrada na região do arquipélago de Abrolhos, a 70 km do litoral da Bahia. No detalhe, *Arenosclera brasiliensis*



EMBRIOLOGIA COMPARADA O estudo de seres aquáticos primitivos ajuda a entender a evolução humana

A vida secreta das esponjas

Que segredos podem revelar as esponjas, esses seres aquáticos que passam a vida filtrando água para obter alimento? Pelo menos já se sabe o que procurar e onde e como realizar essa procura. O principal segredo que as esponjas guardam até hoje é a origem dos seres multicelulares. A organização primitiva de suas células pode ajudar a decifrar como organismos unicelulares evoluíram para a multicelularidade, justificando o entusiasmo dos que pesquisam o assunto. Por **Cristiano Coutinho**, do Departamento de *Histologia e Embriologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro*.

As esponjas, que ocupam um filo exclusivo (Porifera) na classificação dos seres vivos, são consideradas animais multicelulares primitivos. São conhecidas cerca de 5 mil espécies, e quase todas vivem no mar (poucos gêneros habitam águas doces). Tais animais podem ser descritos, de modo simplificado, como um conjunto de células organizadas, sustentado por espículas minerais e fibras elásticas e entrecortado por canais que conduzem água ao longo do seu corpo e permitem a captura de pequenas partículas nutritivas em suspensão.

Trabalhos cientificamente fundamentados vêm demonstrando que as esponjas são representantes modernos dos descendentes dos primeiros animais multicelulares surgidos na Terra, há cerca de 1 bilhão

de anos. Na época, alguns organismos unicelulares já exibiam estrutura complexa e diferentes mecanismos de adaptação ao ambiente. Ao longo da evolução, alguns seres unicelulares cada vez mais complexos adquiriram maiores chances de sobrevivência, pois tinham maior capacidade de enfrentar as dificuldades do ambiente, escapando da extinção.

O aumento da complexidade ocasionou o surgimento de diferentes estratégias de organização multicelular (de colônias de células semelhantes agindo em conjunto até 'corpos' formados por células diferenciadas, cada qual com sua função). Essas diferentes estratégias de organização revelaram-se tão eficazes na competição por alimento, espaço e defesa que se pode identificar representantes

atuais das mesmas: protozoários coloniais, fungos e organismos mais complexos, como plantas e animais. Comparar tais estratégias talvez possa revelar um dos maiores segredos da vida: a origem dos animais e dos demais organismos multicelulares.

Mas o que é necessário para transformar seres unicelulares independentes em um organismo multicelular? Em primeiro lugar, um sistema de reconhecimento celular e adesão específica (do tipo 'chave-fechadura'), para que o organismo saiba o que é dele e o que não faz parte do seu corpo. Outro aspecto importante é uma divisão de funções entre os diferentes tipos celulares do conjunto. Tipos celulares especializados precisam ainda de um controle integrado da divisão celular: o organismo não poderia ser mantido se cada célula proliferasse de forma individual.

Um organismo multicelular exige também um sistema que sustente o conjunto de células. Tal estrutura, chamada genericamente de matriz extracelular, fornece um suporte para a distribuição organizada dos diferentes tipos celulares, delimitando os compartimentos, com a formação de microambientes nos quais as células exercem funções específicas. A integração fisiológica desses tipos celulares, porém, só pode ocorrer se existir um sistema de comunicação entre eles. Não menos importantes são os problemas osmóticos enfrentados pelas células do organismo: o meio interior é diferente do exterior e é preciso gastar energia para manter essa diferença.

Todos esses sistemas, no entanto, não apareceram de uma vez só. O processo é semelhante ao surgimento do automóvel a partir da charrete: o motor substituiu os cavalos, o motorista que ficava no exterior passou para dentro da cabine, as lanternas deram lugar aos faróis e assim por diante. Na natureza, a evolução também ocorre pela transformação de algo já existente, para que o conjunto adquira propriedades novas. Mudanças vantajosas dão maior adaptabilidade ao organismo, o que aumenta a probabilidade de que ele passe seu material genético para a próxima geração.

A evolução através das mutações

Cada um dos genes presentes no material genético (o DNA) é usado pela célula como molde para produzir proteínas com função estrutural ou reativa – como as enzimas proteicas que formam a maquinaria celular. Essa maquinaria, apesar de sua alta eficiência, pode cometer erros na replicação do DNA, durante a divisão celular. São essas modificações nos genes que impulsionam as transformações e a evolução dos organismos. Tais erros podem ser simples mutações pontuais ou a eliminação, duplicação ou translocação de segmentos desse material.

A duplicação é particularmente interessante, pois dá à célula material genético extra, que pode servir

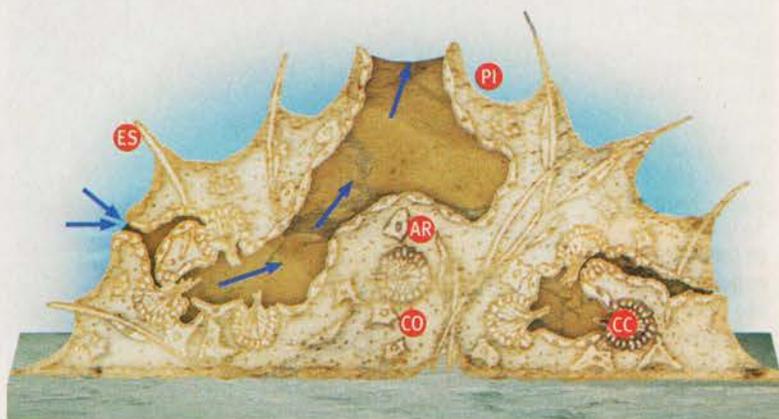
de matéria-prima para a evolução, enquanto a cópia original exerce sua função habitual. Já a translocação (o deslocamento de um fragmento do DNA para outra região do genoma) permite o surgimento de genes 'quimera', produtos da fusão de dois genes. Tais moldes alterados induzirão a produção de uma proteína (estrutural e/ou reativa) também modificada.

As translocações podem ainda transferir um gene para uma região do núcleo com ou sem atividade e assim ativar ou inibir a disponibilidade da informação nele contida. Mudanças na regulação do uso de genes podem resultar em alterações funcionais ou estruturais em organismos em formação, já que muitos genes, no desenvolvimento embrionário, são acionados em momentos ou locais precisos. Tais alterações no controle da expressão gênica (a decisão de quando ou como um gene é usado, ou não, como molde para fabricar uma proteína) também podem ser induzidas por mutações pontuais, deleções ou inserções nas regiões do DNA envolvidas com a regulação dessa expressão.

Nem todas as mutações, porém, geram alterações estruturais e/ou funcionais. De cada 10 espermatozoides produzidos pelo homem, por exemplo, pelo menos um apresenta mutação (proporção também comum nos outros animais), mas isso não significa que os bebês que receberem esse DNA alterado terão algum problema. Ao contrário, a maioria das modificações não é vantajosa, nem desvantajosa: é neutra, pois as regiões do genoma envolvidas podem sofrer certo grau de alteração sem que isso cause grandes diferenças no organismo a ser formado.

Com isso, numerosas mutações neutras passam para as próximas gerações e se acumulam, gerando progressiva diferença no patrimônio genético. Isso permitiu constatar, comparando as seqüências de DNA dos genes de vários organismos, que há regiões diferentes e outras (poucas) com alto grau de semelhança. Admite-se hoje que tais regiões foram respectivamente mais e menos tolerantes a modificações ao longo da evolução dos organismos, a par-

Há dois grupos de células nas esponjas: as flageladas (coanócitos), que formam as câmaras coanocitárias (CC) e captam os nutrientes, e as amebóides, que incluem arqueócitos (AR), células-fonte das quais se originam as demais; colêncitos (CO), que fabricam e organizam o 'esqueleto' orgânico; esclerócitos (ES), que formam as espículas, ou 'esqueleto' mineral; e pinacócitos (PI), que formam os revestimentos externos



A esponja *Monanchora arbuscula* é encontrada no Brasil em Fernando de Noronha, Recife, Salvador, Rio de Janeiro, São Paulo e também no Caribe



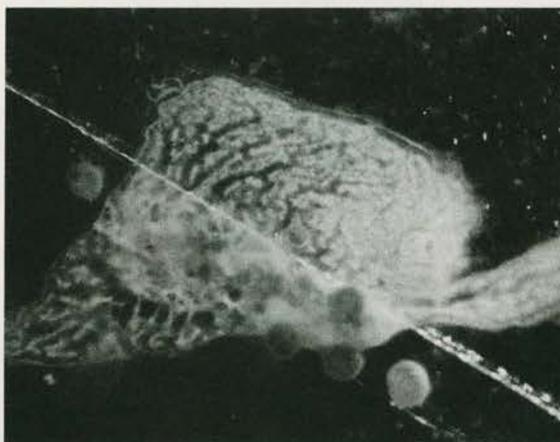
tir de uma origem ancestral comum. Aquelas conservadas até hoje devem ser regiões críticas, que codificam partes importantes de certas proteínas ou atuam no controle do seu uso. A alteração dessas regiões por mutações causará perda das propriedades reativas e/ou estruturais da proteína, levando ao insucesso reprodutivo do indivíduo.

Regiões semelhantes do DNA conservadas ao longo da evolução permitiram estabelecer o conceito de 'famílias' de genes. Cada família é composta por genes que codificam proteínas com propriedades reativas e/ou estruturais parecidas, graças à presença de idênticos trechos codificadores: a 'assinatura' de cada família.

Comparando genomas diferentes

Que informações o estudo comparado da função de diferentes famílias gênicas pode fornecer? Voltemos ao caso das esponjas. Sua organização interna é fruto da coordenação de processos celulares básicos, como migração, adesão, proliferação, morte programada e diferenciação celular. Os genes que as células usam como molde para a síntese de proteínas envolvidas na comunicação celular e na interpretação das mensagens vindas do exterior pertencem a famílias gênicas conhecidas.

Espongilla sp. cultivada em laboratório: as células saídas de gêmulas (indicadas pelas esferas) formam o corpo no espaço estreito entre duas lâminas de vidro, gerando esponjas tão finas que permitem ver detalhes de sua estrutura no microscópio



Estudos comparativos das famílias gênicas de diferentes animais revelaram que essas informações genéticas são utilizadas pelos organismos, ao longo do tempo de vida, em uma ordem definida. Essa 'memória' da programação de uso dos genes, resultante da história interativa das células entre si e com o ambiente externo, é denominada epigenese. Assim, a partir da formação do embrião e durante toda a vida, ocorrem mudanças coordenadas na gama de genes usados pelas células. A seleção natural inclui tanto os programas genéticos quanto

FOTOS: G. MURICY

os epigenéticos, conservando os vantajosos. Já se sabe que a memória epigenética da organização multicelular das esponjas é parecida com a de animais e diferente da de fungos e vegetais, e alguns admitem que tais semelhanças entre esponjas e o resto dos animais resultem de uma descendência evolutiva comum (uma homologia).

Cabe então a pergunta: a que ponto nós, humanos, somos semelhantes a uma esponja? A resposta começou a surgir no século 19, quando o alemão Karl von Baer (1792-1876), após pesquisas com organismos diferentes, lançou um dos poucos dogmas da embriologia comparada: o de que as características mais gerais de um organismo desenvolvem-se antes das mais específicas. Embriões humanos, por exemplo, desenvolvem características comuns a todos os vertebrados antes daquelas específicas de mamíferos, de primatas e finalmente de humanos.

Isso sugere que o mecanismo de integração celular das esponjas, que envolve memórias genéticas e epigenéticas, seria análogo ao dos mamíferos. Com base na lei de von Baer, a integração da multicelularidade pode ser vista como uma característica geral dos animais, presente desde o início da fase embrionária, quando os processos celulares básicos são coordenados. A formação de células e vasos sanguíneos, por exemplo, ocorre muito precocemente em um tecido não especializado (o mesoderma extra-embriônico) dos embriões de vertebrados e invertebrados. Esponjas também têm células semelhantes, em morfologia e função, às do sangue e de vasos. Portanto, pode-se admitir que o mesoderma extra-embriônico seria também uma característica geral entre os animais, desde as esponjas até os mamíferos.

Semelhanças entre esponjas e humanos

O controle das interações celulares envolvidas na formação do corpo de esponjas é o objeto das pesquisas desenvolvidas no Departamento de Histolo-

gia e Embriologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O grupo identificou, isolou e analisou a estrutura de um gene de esponja que pertence a uma família gênica (homeobox) existente apenas em animais. Em outros animais, essa família de genes serve de molde para a síntese de proteínas que atuam no núcleo da célula, onde fica o DNA, controlando o uso programado de outros genes.

Isso indica que essa família gênica controla a decisão sobre que informação genética será usada por uma determinada célula para que ela opte por um processo (proliferação, diferenciação, migração, adesão) e interaja com sua vizinhança. No momento, o grupo está estudando não só a importância desse gene no controle da multicelularidade, mas também o mecanismo que induz o 'recrutamento' desse gene por células específicas da esponja, para servir de molde para a síntese da proteína correspondente.

Que utilidade teria decifrar os segredos da evolução da organização multicelular dos animais? Isso poderia, por exemplo, servir de base para o desenvolvimento de tecidos humanos em laboratório, uma área em franco desenvolvimento (chamada de engenharia de tecidos). Acredita-se que aplicações práticas de conhecimentos nessa área serão rotineiras nos hospitais em um futuro próximo.

Além disso, ao saber quem é, o homem saberá para onde está indo. Esse pode ser o melhor segredo que as esponjas guardam. Se soubermos como nosso corpo evoluiu a partir de um ancestral comum entre esponjas e humanos, poderemos ter uma idéia da plasticidade da gênese da morfologia e como isso influenciará nosso futuro biológico. Que mudanças estariam por vir no genoma humano? Um exemplo cada vez mais atual está nas tecnologias novas que garantiram filhos a casais inférteis. Antes, esses casais não deixariam descendentes, e portanto não passariam às novas gerações as mudanças que causaram infertilidade. Hoje, as técnicas que superaram esse impedimento biológico permitem que tais mutações sejam conservadas. Essa mudança na seleção natural, com a sobrevivência dos 'menos aptos', tornarão nossa espécie cada vez mais dependente de tecnologias desse tipo.

Portanto, os estudos comparados da biologia de animais simples (esponjas) e complexos (mamíferos) permitirão um melhor entendimento do processo evolutivo que gerou as estruturas orgânicas e do próprio presente biológico da espécie humana maiores informações no site www.geocities.com/labor. E tal conhecimento apontará alguns rumos que nossa espécie poderá seguir. ■



A SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem

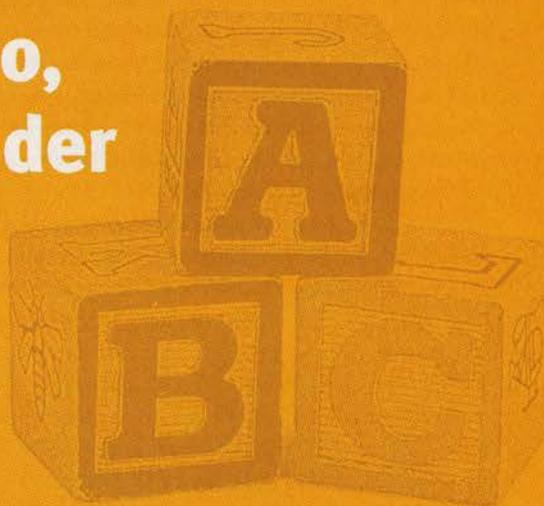
fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores 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) 3106-1002.

ÁREA DE REPRESENTAÇÃO A: Amazonas (Andréa Viviana Waichman). Fac. Ciências Agrárias - Univ. Amazonas - Dep. Pesca. Av. Gen. Otávio Jordão Ramos, 3.000. CEP 69077-000, Manaus/AM. Tel. (92) 644-2354/2322. Fax: (92) 644-2384. awaichman@hotmail.com; **Maranhão** (Luiz Alvez Ferreira). Av. dos Portugueses, s/n - Campus Univ. Bacanga. Área de Convivência, Bl. 1 - Sl. 1. CEP 65080-040, São Luís/MA. Tel. (98) 231-3644. Tel./Fax: (98) 217-8183. luizferreira@elo.com.br; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO B: Bahia** (Gizélia Vieira dos Santos). UEFS - Av. Universitária, s/n - Br. 116 - Km 03 - Campus Universitário. CEP 44031-460, Feira de Santana/BA. Tel. (75) 224-8278. Fax: (75) 224-8019/8288. gizelia@uefs.br/gizelia@e-net.com.br; **Ceará** (Lindberg Lima Gonçalves). Dep. Física da UFC - C.P. 6030 - Campus do Pici. CEP 60451-970; Fortaleza/CE. Tel. (85) 288-9911/14. Fax: (85) 288-9636. lindberg@fisica.ufc.br; **Pernambuco** (José Antonio Aleixo da Silva). UFRPE - Dep. Ciência Florestal. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos. CEP 52171-030, Recife/PE. Tel. (81) 441-4577 - r. 423. Fax: 441-4090. aleixo@elogica.com.br; **Piauí** (Willame Carvalho e Silva). Rua Benjamin Constant, 1.367 - sl. 05. CEP 64000-280, Teresina/PI. Tel. (86) 221-4420/237-1532. willame.carvalho@uol.com.br; **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Sousa Moreira). UFRN - Prédio da Reitoria - Pró-reitoria de Planejamento e Coord. Geral. Campus Universitário - Lagoa Nova. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel. (84) 215-3140/3141. Fax: (84) 215-3200. lmoreira@cb.ufrn.br; **Rondônia** (Célio José Borges). Dep. Educação Física da UNIR - C.P. 460. CEP 78900-970, Porto Velho/RO. Tel. (69) 216-8558/8555. ceborges@unir.br; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO C: Distrito Federal** (Alberto de Carvalho Peixoto de Azevedo). Dep. Matemática - UnB. CEP 70910-900, Brasília/DF. Tel. (61) 307-2442 - r. 224. Fax: (61) 273-2737. acpa@unb.br; **Goiás** (João Teodoro Pádua). Dep. Produção Animal - EV/UFG - C.P. 131 - Campus II. CEP 74001-970, Goiânia/GO. Tel. (62) 821-1591/92/94. Fax: (62) 821-1593. teodoro@vet.ufg.br; **Minas Gerais** (Andréa Mara Macedo). ICB-UFMG - Dep. Bioquímica e Imunologia. Av. Antonio Carlos, 6.627. CEP 31270-910, Belo Horizonte/MG. Tel. (31) 499-2641. Fax: (31) 499-2984. andrea@mono.icb.ufmg.br; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO D: Rio de Janeiro** (Adaauto José Gonçalves de Araújo). ENSP/FIOCRUZ - R. Leopoldo Bulhões, 1.480-6º and. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel. (21) 598-2587. Fax: (21) 598-2610. adauto@ensp.fiocruz.br; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO E:** No atual mandato não temos nenhuma representação no Estado de São Paulo; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO F: Paraná** (Luiza Marta Bellini). Dep. Fundamentos da Educação - UEM. Av. Colombo, 5.790 - Jd. Univ. CEP 87020-900, Maringá/PR. Tel./Fax: (44) 263-2164. bellini@wnet.com.br

SECCIONAIS: Curitiba (Euclides Fontoura da Silva Junior). UFPR - Setor Ciências Biológicas. Museu de Ciência Naturais - C.P. 19031. CEP 81531-990, Curitiba/PR. Tel. (41) 361-1628. Fax: (41) 266-2042. efontour@garupa.bio.ufpr.br; **Rio Grande do Sul** (Sérgio Bampi). Inst. Informática - UFRGS - C.P. 15064. CEP 91501-970, Porto Alegre/RS. Tel. (51) 316-6812. Fax: (51) 319-1576. bampi@inf.ufrgs.br; **Santa Catarina** (Sílvio Coelho dos Santos). Rua Idalina Pereira Santos, 47 - Agronômica. CEP 88025-260, Florianópolis/SC. Tel. (48) 331-9250 - r. 25/333-1551. Fax: (48) 331-9364/9751. silvio@cfn.ufsc.br

No fascínio do jogo, a alegria de aprender



Simão de Miranda

Subsecretaria de Educação Pública,
Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

Os professores das séries iniciais do ensino fundamental seguem, em geral, a tradição de incluir situações de jogo no planejamento de suas aulas. Por que essa prática é adotada? Quais as vantagens pedagógicas proporcionadas pelo uso de jogos infantis nessas séries iniciais? Discutir essa questão, mostrando a importância do uso de jogos como apoio ao processo educativo, é o propósito deste trabalho. Para isso, é preciso destacar cinco fenômenos diretamente ligados à aprendizagem que podem ser afetados de maneira benéfica pela adoção de atividades lúdicas na sala de aula. Tais fenômenos são a cognição, a socialização, a afeição, a motivação e a criatividade.

Cognição

A inserção de jogos na prática pedagógica do ensino fundamental geralmente objetiva desenvolver nos alunos a resolução de problemas, o pensamento lógico e a capacidade de abstração. Esses três aspectos estão envolvidos na cognição, ou seja, o processo pelo qual as pessoas adquirem conhecimentos e raciocínio. No entanto, outros processos cognitivos podem ser favorecidos pelos jogos, cabendo aos professores levá-los em conta e explorá-los em seu trabalho, por serem também importantes para a aprendizagem. São eles a percepção, o exercício da linguagem e a formação de conceitos.

O uso de jogos pode ter ainda outras vantagens pedagógicas. Para o biólogo e psicólogo suíço Jean Piaget (1896-1980), o jogo infantil – até a maturidade inte-

lectual, alcançada por volta dos 15 anos – proporciona o exercício do intelecto, por lidar com a observação, a atenção, a memória, a imaginação, o vocabulário e outras dimensões da natureza humana.

Por meio do jogo, que evidentemente mobiliza a cognição, a criança desenvolve a inteligência e a personalidade, fundamentais para a construção do conhecimento. A atenção do professor ao aspecto intelectual é indispensável na prática pedagógica, mas não suficiente. Prazer e alegria não podem ser menosprezados. Isso significa que o desenvolvimento intelectual deve estar sempre aliado ao desenvolvimento afetivo. E não há época melhor para iniciar esse processo que a infância.

Não há dúvida de que a razão principal para o uso do lúdico nas aulas reside na sua função cognitiva. Cabe aos professores incorporar essa função ao próprio conceito que têm do jogo, passando a entendê-lo como um dispositivo que facilita a percepção dos conteúdos pela criança. O jogo, portanto, torna-se um aliado na transmissão aos alunos dos conteúdos previstos para as séries iniciais, de certa forma 'suavizando' o trabalho predominantemente intelectual que a aprendizagem envolve.

É preciso destacar que o ensino e a aprendizagem são processos intermediados pela linguagem. Ela é o veículo do conhecimento. Assim, jogos que envolvem a comunicação dos participantes podem se tornar um recurso extraordinário para o enriquecimento da linguagem infantil.

**Por meio do jogo,
que mobiliza a cognição,
a criança desenvolve
a inteligência e a
personalidade, fundamentais
para a construção do
conhecimento**

Socialização

Todo jogo que tenha entre seus princípios ou regras os relacionamentos entre indivíduos e/ou grupos é um valioso instrumento de 'socialização'. As crianças (e também os adultos) preferem atividades lúdicas coletivas. Em sua vida fora da escola, a criança concebe um mundo onde tudo (ou quase tudo) é lúdico, porque as ações que ela pratica interativamente com outra criança são temperadas pelo entretenimento. Com essa leitura de mundo bem alicerçada, ela chega à idade escolar e é apresentada a uma sala de aula que, apesar de preenchida por seres iguais (o que de início pode trazer expectativas otimistas), em geral transmite uma áspera lição: a de que aprender a ler, a escrever e a contar é coisa séria e de que para brincar estão reservados apenas 15 minutos de recreio.

O jogo socializa, mas para que seu encanto seja mantido até seu final é preciso normatização. Por isso, é fundamental o papel do professor na condução de atividades lúdicas que visem efeitos pedagógicos. O acompanhamento e mesmo a participação do professor nos jogos em sala de aula também é importante no sentido de controlar a interferência de comportamentos insólitos.

Muitos professores, ao usar o jogo em sala de aula, enfatizam os seus objetivos socializadores, embora a finalidade principal dessa prática esteja associada aos seus aspectos cognitivos. O jogo funciona como uma simulação da vida em grupo, que naturalmente precisa ser aprendida, e a interação social é um dos fatores que ajudam a criança a construir sua personalidade. Na escola, o processo educativo é realizado em agrupamentos sociais, o que exige – antes mesmo que a prática essencialmente pedagógica se instale – o reconhecimento pela criança dessa nova realidade, com seus valores e regras.

Afeição

É importante ressaltar a importância da busca de uma articulação entre a afeição e a cognição. Todos os aspectos envolvidos na cognição devem ser trabalhados em conjunto, de modo entrelaçado e interdependente. No entanto, a afeição parece ser o fenômeno que leva a uma conexão mais fácil com a cognição, principalmente por abrir os canais da sensibilidade, o que favorece o aperfeiçoamento intelectual.

A própria relação entre professores e crianças-alunos é um misto de afeição e trabalho intelectual. O jogo desenvolve a sensibilidade e a estima das crianças, levando-as a experimentar fenômenos como simpatia e empatia e atuando no sentido de estreitar laços de amizade e de afetividade.

A aprendizagem pode ser estimulada dotando-se o processo educativo de meios para que ele alcance seus objetivos. Por isso é preciso que

os professores atentem mais para o aspecto afetivo contido no jogo. Ainda no final do século 19 e início do século 20, o educador suíço Édouard Claparède (1873-1940) defendia a necessidade de se fazer uma escola agradável, argumentando que o jogo poderia ser um meio para isso. Já naquela época, Claparède alertava que a escola, ao impor obrigações aos alunos, produz "associações afetivas desagradáveis" entre as duas partes.

A afeição presente no jogo, e trabalhada por essa prática, pode tornar-se uma predisposição para a aprendizagem, tornando os alunos mais sensíveis ao processo educativo. Por outro lado, impedir que as crianças usufruam da afeição, em qualquer ambiente e momento de suas vidas (e aí está incluída a escola), pode ser altamente danoso ao seu crescimento psicossocial. No caso de crianças socioculturalmente carentes, em especial, o cuidado com o afeto pode compensar um pouco os prejuízos que já trazem em sua formação.

O jogo desenvolve a sensibilidade e a estima das crianças, levando-as a experimentar simpatia e empatia e atuando no sentido de estreitar laços de amizade e de afetividade

Assim, o aspecto afetivo é também um importante critério para a elaboração ou seleção de jogos a serem usados em aulas das séries iniciais. Tal aspecto está ligado ao processo de socialização. Assim, se o professor empregar o jogo com preocupação socializadora, investindo no caráter afetivo do lúdico, poderá obter ganhos em sua prática pedagógica cotidiana. O espaço escolar, físico e temporal, precisa ser um local de deleite, principalmente, para os alunos – crianças – das séries iniciais.

Motivação

O jogo é atraente porque não combina com marasmo. Sinônimo de ação, ele desafia e mobiliza a curiosidade, uma das principais características dos ambientes motivadores. O potencial motivador do jogo pode trazer um novo 'sabor' ao processo do saber. Esse fenômeno, a motivação, também precisa ser considerado e explorado no uso dos jogos em sala de aula. O jogo pode mesmo servir como um fator redutor da evasão escolar, além de suas funções pedagógicas.

No caso das crianças, cabe destacar a rivalidade embutida no jogo. O espírito de competição, se trabalhado de forma correta, é um importante incentivo para a adesão à atividade lúdica (e ao aprendizado que ela envolve) e para a continuidade desse envolvimento. Essa faceta do jogo, portanto, poderá favorecer o processo educativo. O jogo motiva porque propõe situações que atijam a curiosidade da criança, levando-a a questionar e a se questionar e, assim, a construir e reconstruir o conhecimento.

Criatividade

Os jogos oferecem amplas possibilidades de exercício do potencial criativo dos participantes, sendo um campo fértil para a semente da imaginação. O ato de jogar requer capacidade criativa, levando ao

desenvolvimento da criatividade. Além disso, a desejável característica criativa do professor poderá ser favorecida – em alguns casos, poderá se originar e evoluir – através da participação nas atividades

lúdicas que propõe aos seus alunos. Dito de outra forma, participar do jogo como orientador, juiz ou mais um jogador poderá proporcionar ao professor a descoberta de seus horizontes criativos. A criatividade torna crianças e professores mais atentos às questões do dia-a-dia, permitindo identificá-las e resolvê-las com maior habilidade.

Em função de sua característica criadora, a maioria dos jogos pode proporcionar ensinamentos para a vida inteira. O jogo infantil tem uma importância vital porque a criatividade desenvolvida nessa prática auxilia a criança nas suas autodescobertas. A função pedagógica está implícita nesse processo, já que o despertar da imaginação é essencial ao processo educativo. Ou seja, uma situação criativa abre caminho para a atuação dos demais fenômenos necessários à aprendizagem: cognição, socialização, afeição e motivação. A vida passa a ter significado quando conseguimos conectar os vários acontecimentos dos quais somos parte. Isso exige a mediação da criatividade, pois a imaginação e o sonho precedem a construção da forma.

O jogo, por imitar a vida, é como uma recriação desta em escala menor. Mas cada pessoa realiza essa recriação a seu modo. Para a criança, esse criar e recriar facilita a elaboração das próprias indagações diante dos seus limites. A escola, como instituição, tem deixado a desejar no tratamento dessa questão, desestimulando a criatividade, um dos aspectos mais essenciais da natureza humana. Alunos das séries iniciais, em especial, não podem ser privados de qualquer possibilidade de ativar sua capacidade criadora. O jogo, também uma essência humana, é um desses caminhos, e seu uso nas escolas certamente auxiliaria tais crianças a colher o doce fruto do saber. ■

O espírito de competição, se trabalhado de forma correta, é um importante incentivo para a adesão à atividade lúdica e ao aprendizado que ela envolve

Destaque-se.



Assine agora.

Ligue grátis:

0800-264846

e dê o código **CH69**

ciênciahoje

Aventure-se no conhecimento

Departamento de Assinaturas
Av. Venceslau Brás, 71 - casa 27
CEP 22290-140

Botafogo - Rio de Janeiro/RJ

Tel.: (021) 295-4846 / Fax: (021) 541-5342

www.ciencia.org.br

Bruno Latour

Ciência em Ação

Como seguir cientistas
e engenheiros
sociedade afora

UNESP

Uma visão antropológica do conhecimento científico

Ciência em ação. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora

Bruno Latour

São Paulo, Editora Unesp, 438 pp., R\$ 39

Este livro do 'antropólogo da ciência e da tecnologia' Bruno Latour, publicado originariamente em inglês, é considerado uma espécie de clássico das concepções do mais radical 'relativismo epistemológico'. À diferença de obras anteriores do autor, nesta não se trata de observar, dentro de um laboratório, os comportamentos e as práticas dos cientistas, nas de entender, a partir de uma perspectiva 'antropológica', o que é a ciência. Não a ciência acabada (isto é, geralmente admitida) e justificada por seus sucessos, mas a ciência no momento da sua elaboração.

Com tal intenção, *a priori* só posso concordar. É muito importante saber como os homens inventam essa forma específica de conhecimento que é a ciência, e entender como esta, apesar de ser invenção da mente humana (como diziam Poincaré e Einstein), adequa-se tão bem à natureza que supostamente representa. Não se pode ficar satisfeito com uma concepção da ciência segundo a qual esta seria puramente dada, verdadeira por sua própria autoridade e já existente desde todos os tempos, presente na nossa frente como uma caixa negra (ou um encaixotamento de tais caixas) da qual a maior parte das pessoas ficaria ignorando os 'como' e os 'porquê'.

Assim vamos acompanhando a ciência tal como se constrói, se-

gundo o primeiro passo do método anunciado pelo autor (no final, ele apresenta sete regras metodológicas e sete princípios, que são um resumo do seu tipo de aproximação): "nossa entrada no mundo da ciência e da tecnologia será pela porta de trás, a da ciência em construção, e não pela entrada mais grandiosa da ciência acabada". E: "peneirando a ciência a partir de fora, acompanhando discussões e cientistas até o fim, para finalmente irmos saindo aos poucos da ciência em construção".

O livro é constituído de seis capítulos correspondentes às diversas dimensões da investigação do autor, visando a determinar o que é "a ciência em ação", como e por quem esta é feita. Essas dimensões são: a literatura (a conclusão é que significa pouco, não é nela que está o essencial, mas nas estratégias de persuasão), os laboratórios (cuja comunidade decide sobre a verdade através de negociações), as máquinas e os aparelhos (supõe-se que resultam da verdade de um conhecimento, quando de fato são eles que a asseguram), a mobilização das pessoas (profissões e grupos de interesse, aliados e recursos para assegurar as posições nas controvérsias), os tribunais da razão (a fabricação da racionalidade pelos consensos sociais) e, por fim, metrologia e abstração (esta última é inseparável

da relatividade antropológica dos conhecimentos, quer dizer, dos sistemas de crenças). Os capítulos são distribuídos por pares em três partes, cujos títulos se referem à perspectiva adotada pelo autor: trata-se de retórica, de pontos de argumentação e de redes.

O autor nutre a ambição de chegar a uma idéia satisfatória não só do que é a ciência, mas a tecnociência, e daí, do que são os estudos sobre 'ciência, tecnologia e sociedade', por uma caracterização do seu núcleo duro do ponto de vista conceitual, que seria comum a áreas e aproximações variadas. Daí sua justaposição frequente de exemplos heterogêneos, tomados de um enunciado científico ou de uma escolha de um tipo de máquina, de descobertas científicas e da história da ciência, bem como da vida social comum ou da etnologia. Claro, as especificidades aqui correm o risco de ser apagadas; as circunstâncias, o de serem misturadas; e a consideração dos contextos gerais, o de diluir os conteúdos particulares. E quanto aos enunciados, o que interessa é somente ter sido pronunciados, não o que significam. Significam só por ser pronunciados (tal é a essência do pós-modernismo...).

A admissão da 'caixa negra' repousa sobre a idéia da separação das duas atividades: a do contexto

e a do conteúdo. Pois bem, tudo aí vai depender de como se caracteriza o contexto. Para Latour, é simples: o conteúdo se confunde até se identificar com o contexto, e é esse contexto que ele analisa em detalhe e, na verdade, reduz aos elementos que preparam o consenso. A racionalidade aqui está só no resultado; é decidida, após o sucesso, no que os filósofos da tradição 'perianalítica' chamam de justificação. O autor entrou correndo na brecha aberta pelo desinteresse afirmado pelos filósofos durante décadas a respeito dos processos da invenção científica supostamente irracionais. Aqui não se fala de irracionalidade, mas tampouco da racionalidade inicial do problema considerado, e dos eventuais passos racionais do trabalho subsequente. O que se considera geralmente como elemento de racionalidade científica (das experiências ou dos textos apresentando os resultados) é visto como discurso de pura retórica, e a racionalidade é dissolvida na semiótica.

De fato, conclui o autor, é a comunidade social do laboratório, na área considerada da ciência, que decide sobre o que é tomado como pertinente e finalmente como verdadeiro. O saber adquirido é este do qual os especialistas se convencem. E Latour desvela a mistificação, ou a grande ilusão, segundo ele: a ciência constituída transtornou as proposições, pretendendo o contrário do que a ciência em ação nos ensina: seria o saber, por ser verdadeiro, que nos convence. Diz-se que é a Natureza que decide, mas, segundo Latour, a Natureza é colocada como a causa final da resolução das controvérsias somente quando estas são resolvidas e, então, ela é a conseqüência, não a causa. Essa colocação não passa de um belo sofisma, se a palavra tem um sentido. E se encontram muitos do mesmo quilate. No conjunto, a razão é apenas um andaime edificando em torno de palavras

que exprimem nada mais do que os comportamentos sociais usuais de qualquer atividade humana. A ciência é oca, o rei está nu.

Redigido com vivacidade, o livro se lê facilmente, a não ser que o leitor se sature de tantos sofismas no decorrer da demonstração. Precisamente por isso, o livro tem valor de documento, esclarecendo, para quem lê com recuo crítico, a natureza dessas idéias na moda chamadas de 'relativismo do conhecimento', em que se brinca retoricamente com a idéia de verdade, e aproximações semióticas substituem a noção complexa de realidade do mundo natural.

Parece que toda filosofia aqui está reduzida a fáceis paradoxos aparentes e a jogos com palavras. Será isso 'antropologia'? Pode ser uma especial, uma 'antropologia do consenso' e da observação de fora, em que o investigador só observa as ações da tribo, sem querer saber nada de sua língua nem os significados de suas palavras e de seus mitos, lendas e conhecimentos sobre seu meio ambiente. Pois tudo está ligado, a natureza e a sociedade, confundem-se os fatos e as frases que os descrevem, e seria ilusório tentar exercitar a razão, para distinguir elementos de compreensão. (Nesse sentido, as regras metodológicas e os princípios afirmados são essencialmente negativos e comportamentais.)

Logicamente, uma tal posição equivale a negar que existem razão e ciência, pois só há comportamentos. O antropólogo Latour parece ter-se transformado num feiticeiro, conseguindo, pelo poder só das palavras da sua semiótica retórica, transformar toda realidade do mundo e toda verdade do conhecimento em fumaça de mágico e mera ilusão. Com tudo isso, tem muito sucesso: será um signo dos tempos?

Michel Paty

Centre National de la Recherche Scientifique e Université Paris 7

NA ESTANTE

Tirinhas de física

Luisa Daou & Francisco Caruso

Rio de Janeiro, editado pelo CBPF, 12 tiras, R\$15



Para facilitar a compreensão de conceitos básicos da física, os autores buscaram explicar a ciência de uma forma diferente, através do humor. Com duas ou três imagens e textos sucintos, as idéias escondidas nas formulações abstratas das equações matemáticas são representadas a partir de situações simples e divertidas do cotidiano. Além dos assuntos clássicos, como os que envolvem as teorias de Galileu e de Newton, as *Tirinhas* apresentam conceitos mais adiantados, como os relacionados à física de partículas elementares e à cosmologia. Trata-se de um ótimo instrumento de apoio aos professores para ajudar os alunos a compreenderem melhor os temas abordados em sala de aula. No CBPF (Tel.: [0xx21] 586-7400), as tirinhas custam R\$ 10, preço inferior ao comercial.



Nada é tudo – Ética, economia e brasilidade

Eduardo Giannetti

Rio de Janeiro, ed. Campus, 256 pp., R\$ 29,50



Eduardo Giannetti aproveita os fatos cotidianos para levantar discussões universais, desviando-se dos caminhos já percorridos por outros autores.

Com uma linguagem original e sem a erudição do pensamento acadêmico atual, o livro apresenta um texto profundo e acessível, propiciando ao leitor o acesso aos mais diferentes assuntos, que vão desde os problemas brasileiros contemporâneos a temas poéticos e filosóficos. As alusões do autor têm a função de desprovincianizar as discussões, abrindo novos caminhos sem clichês. Nos seus ensaios, Giannetti não pretende buscar a verdade absoluta, e sim a reflexão sobre cada tema. A leitura de *Nada é tudo* proporciona um prazer intelectual e estético.



HÁ 100 ANOS MARCONI FEZ A PRIMEIRA TRANSMISSÃO TELEGRÁFICA ATRAVÉS DO ATLÂNTICO

Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações

A leitura de um artigo que sugeria o uso de ondas eletromagnéticas para transmitir sinais telegráficos motivou o jovem Guglielmo Marconi (1874-1937) a pôr em prática essa proposta revolucionária. Tais ondas haviam sido previstas pelo físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), e sua existência foi comprovada experimentalmente pelo físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894). Com visão de longo alcance, inventividade e determinação, Marconi construiu e aperfeiçoou equipamentos que lhe permitiram demonstrar a realidade da transmissão sem fio a distâncias cada vez maiores, culminando, em 1901, com a primeira transmissão telegráfica através do Atlântico.

Para realizar esse feito, que resultou de experimentos iniciados em 1894, Marconi teve antes de convencer a diretoria e os acionistas da companhia que havia fundado em 1897, a Wireless Telegraph and Signal Company Ltd., a financiar um projeto que parecia fadado ao fracasso, segundo opinião corrente na época. Imaginava-se que as ondas eletromagnéticas, que se propagam em linha reta, não acompanhariam a curvatura da Terra. Para Marconi era uma questão de vida ou morte, pois ele havia contraído enormes dívidas junto a bancos ingleses para financiar seus projetos. Instalou telégrafos sem fio em navios da Inglaterra, França, Alemanha e Itália e tinha um contrato com a marinha americana para equipá-la com o seu novo sistema de transmissão de sinais, que per-

mitia comunicação mais versátil e segura do que por meio de holofotes e faróis em terra, ineficazes no caso de mau tempo. A reputação que alcançara como inventor e a inabalável fé em sua intuição talvez fossem os seus únicos trunfos para obter o apoio desejado.

A saga de um visionário

As telecomunicações a cabo no Reino Unido eram monopólio dos Correios. Para expandir sua empresa, restava a Marconi explorar o nicho representado pelas telecomunicações transatlânticas sem fio, um negócio de enorme potencial econômico e ainda sem dono e que tornaria obsoleto o sistema de transmissão via cabo submarino, instalado a um custo altíssimo pela empresa American Telephone and Telegraph Company (ATT).

Em agosto de 1900 o projeto deslança com o início das obras de uma estação transmissora em Poldhu, na Cornualha, sul da Inglaterra. No mesmo ano, John A. Fleming (1849-1945), professor do Imperial College e um dos maiores especialistas em eletrônica do Reino Unido, é nomeado assessor científico da companhia de Marconi. Concluída e testada em Poldhu a estação de 25 kw com antenas transmissoras instaladas em torres de 69 m, Marconi parte em março de 1901 para o outro lado do Atlântico, em busca de local adequado para instalar uma antena receptora. Opta pelo cabo Cod, em Massachusetts, nos Estados Unidos.

Enquanto isso, os testes a partir de Poldhu continuam. Uma transmissão de lá é recebida na Irlanda, a uma distância de 362

Há 100 anos

km, o que anima Marconi a tentar uma transmissão transatlântica naquele mesmo ano. Mas, em 17 de setembro, uma ventania destrói as antenas em Poldhu. Marconi não se deixa abater. No dia 24 ergue uma antena experimental e já no dia 26 os testes são retomados.

Os experimentos programados estavam, por enquanto, fora de cogitação. Marconi decide tentar a recepção de sinais da estação do cabo Cod, que é danificada em 26 de novembro. No dia seguinte, parte em segredo com dois assistentes para um local hoje conhecido como Signal Hill, em Newfoundland, no Canadá, o ponto do continente americano mais próximo da Europa, a 3.400 km de Poldhu.

Munido de aparelhos receptores, pipas, balões, antenas e acessórios a gás, tenta agora, diante das más condições do tempo no Atlântico, uma comunicação em sentido único. A 9 de dezembro é enviado um telegrama a cabo para Poldhu, solicitando que a letra "S" em código Morse (três pontos) fosse transmitida, sem interrupção, das 15 às 19 horas (hora local), a

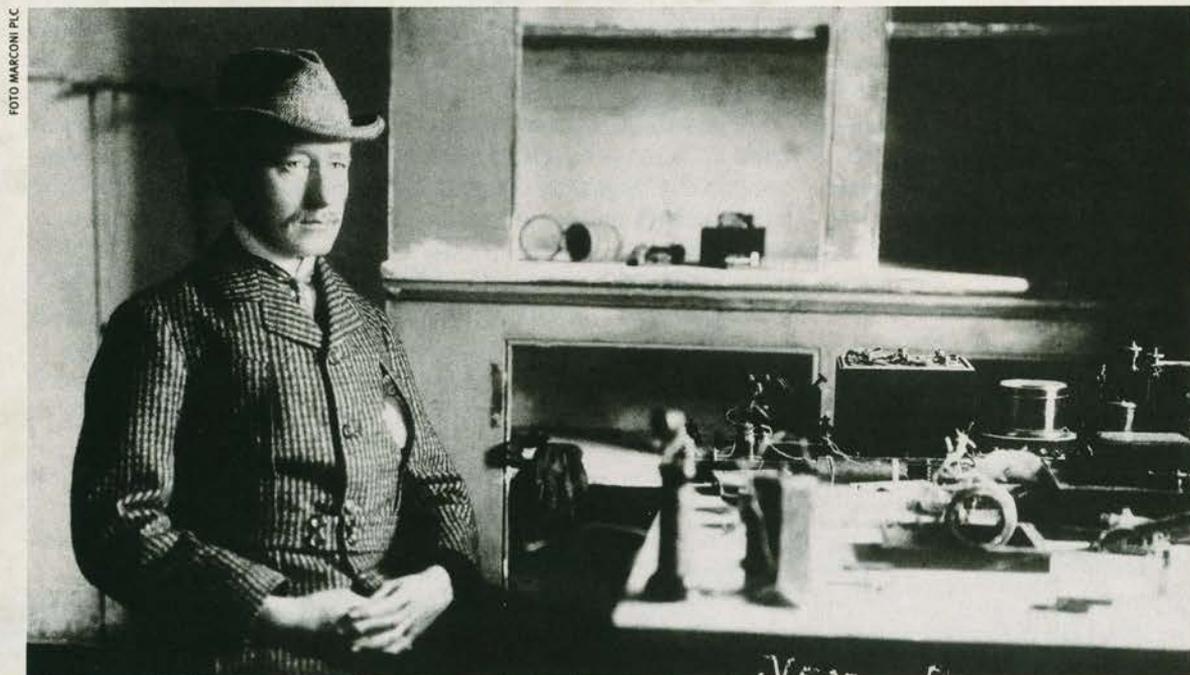


partir de 11 de dezembro. No dia 10 ergue-se uma antena em Signal Hill, e a transmissão se dá conforme o combinado. O vento sopra forte e Kemp, assistente de Marconi, tem dificuldade para controlar o balão. Nenhum sinal que possa ser identificado com a letra "S" é ouvido. Marconi decide usar um receptor mais antigo. No dia 12 o vento está ainda mais forte, e é lançada uma pipa com uma antena de 155 m, cujos fios pouco depois se partem. Uma nova pipa é providenciada e lançada.

Marconi está atento, com o ouvido colado ao receptor. Inesperadamente, passa o fone ao assistente e pergunta calmamente: "Não ouve nada, Kemp?". Em meio ao ruído de eletricidade estática, Kemp distingue o ritmo inconfundível de três débeis arrancadas, seguidas de uma pausa, depois outras três, uma nova pausa e assim por diante, até sumir por completo em meio ao ruído.

A dificuldade agora é outra. Como convencer o mundo de que fora capaz de transmitir sinais

Newfoundland, no Canadá, a 3.400 km de Poldhu, na Inglaterra, é o ponto do continente americano mais próximo da Europa



Marconi em Signal Hill, Newfoundland, no dia da primeira transmissão transatlântica sem fio, em dezembro de 1901

através do Atlântico com evidências tão frágeis? Mesmo assim, Marconi manda um telegrama a cabo para seu escritório em Londres e, dois dias depois, dá a notícia à imprensa, que a recebe com um misto de ceticismo e cautela. À sua diretoria e acionistas, Marconi confirma a transmissão transatlântica. Para demonstrar definitivamente o seu feito, equipa um navio com um receptor e, em fevereiro de 1902, a caminho dos EUA, registra sinais provenientes de Poldhu, a distâncias de até 3.377 km. Por esse e outros trabalhos, é agraciado com o Nobel de Física em 1909.

Em 1923 é comprovada a existência de uma camada em torno da Terra, a ionosfera, que permitiu a Marconi driblar a curvatura do planeta. A luz do Sol, ao incidir na atmosfera terrestre, ioniza moléculas, formando uma camada que reflete as ondas eletromagnéticas de volta à Terra. Isso permite que o alcance de um transmissor supere em muito as distâncias na linha do horizonte.

Empreendedor e cidadão do mundo

Seis anos antes de sua façanha, Marconi havia demonstrado que o telégrafo sem fio era possível. Tentou vender a idéia para o Correio italiano, mas esbarrou em burocracia e indiferença. Com o incentivo de sua mãe, parte para Londres, onde patenteia sua descoberta.

Lançamento de uma antena acoplada a uma pipa, em Signal Hill. À esquerda, Guglielmo Marconi

Com a ajuda de um primo, procura parceiros. O Correio, a Marinha e o Exército logo se interessam (ver 'Peças do quebra-cabeça').

As demonstrações que Marconi faz para o grande público causam sensação. Com instinto comercial, ele não perde oportunidade de divulgar seu invento. Durante a transmissão de uma competição náutica, que realizava com frequência na Inglaterra e nos Estados Unidos, informou à rainha Vitória que o príncipe de Gales, com o joelho machucado durante uma regata do iate real, passava bem. Depois de encontrar-se com ricos e poderosos da época, Marconi funda a Wireless Telegraph and Signal Company Ltd. e, logo depois, a primeira fábrica de rádios do mundo.

Em Nova York registra a Marconi's Wireless Telegraph Co. como sociedade anônima, concentrando seus esforços nas telecomunicações internacionais. Em 1906 anuncia o ambicioso plano de interligar todo o império britânico através de uma rede de comunicação sem fio, a Imperial Wireless Chain. Em 1913, após cerada oposição dos Correios e das companhias de transmissão a cabo, o governo britânico estabelece com a empresa de Marconi um contrato que só entra em vigor em 1924.

A essa altura, Marconi e seus colaboradores já haviam desenvolvido um sistema de transmissão que usava ondas curtas e de baixa potência, superior ao antigo, baseado em ondas longas e de

alta potência. O anúncio da nova tecnologia provocou uma revolução nas comunicações em todo o mundo e desnorteou o governo inglês, que acabou por adotá-la, depois do Canadá, Austrália, África do Sul e Índia. A companhia de Marconi construiria também estações para comunicar-se com Argentina, Brasil, Estados Unidos, Egito e Japão, entre outros países.

A rede de telecomunicações montada por Marconi revelou-se uma faca de dois gumes. Seu sucesso foi tão grande e ameaçou tanto, que o governo britânico criou uma empresa para captar investimentos e abocanhar as concessões de transmissão da empresa de Marconi. Com isso, cai por terra a pretensão de Marconi de dominar o mercado das telecomunicações mundiais. Em 1926 o governo britânico estatizou a rádio BBC, fundada em 1922 por um consórcio de empresas que incluía a de Marconi, no momento em que ela começava a expandir-se e a dar lucros. Marconi saiu do páreo mas continuou suas pesquisas na Itália até sua morte.

O telégrafo sem fio ligou Marconi a outros eventos de repercussão mundial. A existência de um transmissor a bordo do Titanic, por exemplo, evitou que o naufrágio se convertesse numa tragédia ainda maior. Em 26 de março de 1930, ele acendeu de seu iate Elettra, em Gênova, o novo sistema de iluminação de Sidney, na

FOTO MARCONI PIC



Austrália, a 17.000 km de distância. Em 12 de outubro do mesmo ano, iluminou de Roma a estátua do Cristo Redentor, no Rio de Janeiro. Em outubro de 1933, em Chicago, deu a volta ao planeta, por meio de sinais eletromagnéticos, em 3 minutos e 25 segundos. Entre 1933 e 1934 fez uma viagem triunfal pelo mundo.

Antecipando o futuro

Marconi explorou o espectro eletromagnético como ninguém havia feito antes, abrangendo as faixas de kilohertz, megahertz e gigahertz. Muitas das tecnologias atuais, como o uso de microondas em telefonia e o radar, foram antecipadas por ele. No início do século 20, fundou o que se pode considerar a primeira universidade corporativa, o Marconi College, para ensinar a nova tecnologia do rádio a engenheiros, bem antes de a matéria ser incluída nos currículos acadêmicos.

Na temporada que passou nos Estados Unidos em 1899, um oficial da marinha quis saber como um receptor poderia selecionar um entre dois ou mais sinais enviados simultaneamente. Embora tenha respondido que o problema estava resolvido, só depois de voltar à Inglaterra é que desen-

Peças do quebra-cabeça

Graças à perspicácia de sua mãe, Annie Jameson, que logo percebeu o talento do filho, Marconi pôde 'curto-circuitar' o ensino tradicional e desenvolver ainda bem jovem o primeiro telégrafo sem fio. Acompanhou durante um ano as aulas do professor Vincenzo Rosa (1848-1908), tendo aprendido o que era relevante para realizar seu intento. As peças do quebra-cabeça já eram quase todas conhecidas: as equações de Maxwell, os osciladores de Hertz e de Righi, usados no transmissor, o coesor, dispositivo central do receptor, e o conceito do telégrafo, incluindo-se aí o código Morse. Depois de melhorar o desempenho do coesor, inventado em 1890 pelo engenheiro francês Edouard Branley (1844-1940), só lhe faltava aperfeiçoar os circuitos elétricos do receptor e desenvolver antenas de transmissão e recepção. Isso feito, o aparelho estava apto a receber um novo sinal. Marconi percebeu que, quanto mais altas as antenas, maior o alcance da transmissão. Daí a idéia de usar balões e pipas na comunicação transatlântica, tendo explorado antenas de diferentes tamanhos e geometrias. Para direcionar a emissão dos sinais, utilizou placas metálicas cilíndricas parabólicas, em cujo foco eram posicionados os fios das antenas, o protótipo das parabólicas atuais.

volveria o equipamento necessário, com a ajuda de Fleming. Esse trabalho deu origem a uma patente que está na base dos circuitos de sintonização dos atuais aparelhos de rádio e televisão.

Para alguém como Marconi, que não via limite no horizonte das telecomunicações, os desenvolvimentos posteriores, como a comunicação via satélite, a radioastronomia e a própria Internet, não seriam uma surpresa. No dia de sua morte, em Roma, a 20 de

julho de 1937, todas as rádios do mundo suspenderam suas transmissões por dois minutos, num tributo ao grande cientista e inventor. A voz de Marconi está viva. Para escutá-la, basta acessar o portal www.radiomarconi.com.

Eduardo de Campos Valadares

*Departamento de Física,
Universidade Federal
de Minas Gerais*



ENTREVISTAS & PERFIS

- Cid Teixeira (entrevista). Um varejista da história. Por Caio Castilho, Ana Fernandes, Ubiratan Castro e Luzia Pamponet, p. 8, nº 163.
- Jean Pierre Vigier (entrevista). Física e política. Por Ruben Aldrovandi e Ennio Candotti, p. 6, nº 164.
- Ronaldo Vainfas (entrevista). A verdadeira conquista do Brasil. Por Carlos Fausto e Juliana Caetano, p. 8, nº 165.
- Michel Paty (entrevista). O século de Einstein. Por Cássio Leite Vieira, p. 8, nº 166.
- Nibaldo Inestrosa (entrevista). Novos rumos na luta contra o mal de Alzheimer. Por Sérgio T. Ferreira, Débora Foguel, Jerson L. Silva, Fernando G. de Mello e Ricardo Menandro, p. 6, nº 167.
- José de Souza Martins (entrevista). A escravidão contemporânea. Por Mário Rolim Cândido, p. 6, nº 168.

RESENHAS

- O Brasil antes dos portugueses. Pedro Paulo A. Funari, p. 75, nº 163. Resenha do livro *Pré-história da Terra Brasilis*, de Maria Cristina Tenório (org.).
- Novo paradigma. Raul Donangelo, p. 76, nº 164. Resenha do livro *Complexidade e caos*, de H. Moysés Nussenzveig (org.).
- Muito além do futuro. Nelson Pinto Neto, p. 63, nº 165. Resenha do livro *Hiperespaço*, de Michio Kaku.
- Razão e emoção de mãos dadas. Isaias Pessotti, p. 72, nº 166. Resenha do livro *O outro lado da ciência*, de Leopoldo de Meis (org.).
- Justiça para um pioneiro. Claudio Bertolli Filho, p. 78, nº 167. Resenha do livro *Dos micróbios aos mosquitos*, de Jaime Larry Benchimol.
- Uma visão antropológica do conhecimento científico. Michel Paty, p. 68, nº 168. Resenha do livro *Ciência em ação*, de Bruno Latour.

ARTIGOS

- Alimentares, Distúrbios. Maya Mitre, p. 24, nº 164.
- Amor no ciberespaço. O. Márcio S. Gonçalves, p. 18, nº 163.
- Anatomia de uma compulsão. Maya Mitre, p. 25, nº 164.
- Anchieta: 500 anos de língua tupi, A gramática de. Yonne Leite, p. 42, nº 163.
- (Arqueologia) Os vegetais na vida dos sambaquieiros. Rita Scheel-Ybert, p. 26, nº 165.
- Atendimento gratuito na USP. Vera Rita Costa, p. 27, nº 164.
- Biopirataria: a diversidade biológica na mira da indústria farmacêutica. João Batista Calixto, p. 36, nº 167.
- (Bioquímica) Obesidade: por que engordamos? Débora Foguel e Hataburo Masuda, p. 28, nº 164.
- Boom* da obesidade. O. Roberto B. de Carvalho, p. 18, nº 164.
- Brasil: colonização e resistência. Pedro Puntoni, p. 46, nº 164.
- Ciberespaço, O amor no. Márcio S. Gonçalves, p. 18, nº 163.
- Cinco séculos de enfermidades. Claudio Bertolli Filho, p. 34, nº 165.
- Colonização e resistência, Brasil: Pedro Puntoni, p. 46, nº 164.
- Compulsão, Anatomia de uma. Maya Mitre, p. 25, nº 164.
- (Computação) De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do pensamento. Luciano da F. Costa e outros, p. 44, nº 167.
- (Comunicação social) O amor no ciberespaço. Márcio S. Gonçalves, p. 18, nº 163.
- Crateras de impactos: cicatrizes cavadas por meteoritos. Rafael Romano e Cristiano Lana, p. 26, nº 163.
- De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do pensamento. Luciano da F. Costa, Maria Cristina F. de Oliveira e Rosane Minghim, p. 44, nº 167.
- Distúrbios alimentares. Maya Mitre, p. 24, nº 164.
- (Educação) A importância da universidade pública. Alfredo Bosi, p. 42, nº 165.
- (Energia) Incertezas e riscos da reforma do setor elétrico. Alexandre S. Szklo e Ricardo G. de Oliveira, p. 24, nº 168.
- Enfermidades, Cinco séculos de. Claudio Bertolli Filho, p. 34, nº 165.
- Fantástico mundo da linguagem. O. Aldo Bizzocchi, p. 38, nº 164.
- Farmacêutica, Biopirataria: a diversidade biológica na mira da indústria. João Batista Calixto, p. 36, nº 167.
- Fome oculta, a grande vilã nutricional. Rebeca C. de Angelis, p. 32, nº 164.
- (Genética) As promessas e os riscos. Salvador D. Bergel e outros, p. 28, nº 166.
- (Genética) Genoma decifrado, trabalho dobrado. Vera Rita da Costa, p. 22, nº 166.
- Genoma decifrado, trabalho dobrado. Vera Rita da Costa, p. 22, nº 166.
- (Geologia) Crateras de impactos: cicatrizes cavadas por meteoritos. Rafael Romano e Cristiano Lana, p. 26, nº 163.
- Gramática de Anchieta: 500 anos de língua tupi. A. Yonne Leite, p. 42, nº 163.
- (História) Brasil: colonização e resistência. Pedro Puntoni, p. 46, nº 164.
- (História) Cinco séculos de enfermidades. Claudio Bertolli Filho, p. 34, nº 165.
- (História) Os quinhentos anos da língua portuguesa no Brasil. Dinah M. I. Callou e Afranio G. Barbosa, p. 44, nº 166.
- (História) Os quinhentos anos da zoologia no Brasil. Nelson Papavero, p. 30, nº 167.
- (Ictiologia) Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada. Ricardo Z. P. Guimarães e outros, p. 16, nº 168.
- Importância da universidade pública. A. Alfredo Bosi, p. 42, nº 165.

- Incertezas e riscos da reforma do setor elétrico. Alexandre S. Szklo e Ricardo G. de Oliveira, p. 24, nº 168.
- Língua portuguesa no Brasil, Os quinhentos anos da. Dinah M. I. Callou e Afranio G. Barbosa, p. 44, nº 166.
- (Linguística) A gramática de Anchieta: 500 anos de língua tupi. Yonne Leite, p. 42, nº 163.
- (Linguística) O fantástico mundo da linguagem. Aldo Bizzocchi, p. 38, nº 164.
- (Medicina) Anatomia de uma compulsão. Maya Mitre, p. 25, nº 164.
- (Medicina) Atendimento gratuito na USP. Vera Rita Costa, p. 27, nº 164.
- (Medicina) Distúrbios alimentares. Maya Mitre, p. 24, nº 164.
- (Medicina) Fome oculta, a grande vilã nutricional. Rebeca C. de Angelis, p. 32, nº 164.
- (Medicina) Obesidade na infância e na adolescência. Mauro Fisberg, p. 35, nº 164.
- (Medicina) Obesidade: por que engordamos? Débora Foguel e Hatisaburo Masuda, p. 28, nº 164.
- (Medicina) O boom da obesidade. Roberto B. de Carvalho, p. 18, nº 164.
- Meteoritos, Crateras de impactos: cicatrizes cavadas por. Rafael Romano e Cristiano Lana, p. 26, nº 163.
- (Microbiologia) Probióticos, prebióticos e simbióticos: moduladores do ecossistema digestivo. Jacques R. Nicolli e Leda Q. Vieira, p. 34, nº 163.
- (Neurobiologia) Tempo de relembrar. Raphael Pinaud e outros, p. 32, nº 168.
- (Neurociência) De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do pensamento. Luciano da F. Costa e outros, p. 44, nº 167.
- Obesidade na infância e na adolescência. Mauro Fisberg, p. 35, nº 164.
- Obesidade, O boom da. Roberto B. de Carvalho, p. 18, nº 164.
- Obesidade: por que engordamos? Débora Foguel e Hatisaburo Masuda, p. 28, nº 164.
- (Obesidade) Atendimento gratuito na USP. Vera Rita Costa, p. 27, nº 164.
- (Obesidade) Fome oculta, a grande vilã nutricional. Rebeca C. de Angelis, p. 32, nº 164.
- Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada. Ricardo Z. P. Guimarães, João L. Gasparini, Carlos E. L. Ferreira, Luiz A. Rocha, Sérgio R. Floeter, Carlos A. Rangel e Gustavo W. Nunan, p. 16, nº 168.
- Pensamento, De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do. Luciano da F. Costa e outros, p. 44, nº 167.
- (Política ambiental) Biopirataria: a diversidade biológica na mira da indústria farmacêutica. João Batista Calixto, p. 36, nº 167.
- Prebióticos e simbióticos: moduladores do ecossistema digestivo, Probióticos. Jacques R. Nicolli e Leda Q. Vieira, p. 34, nº 163.
- Probióticos, prebióticos e simbióticos: moduladores do ecossistema digestivo. Jacques R. Nicolli e Leda Q. Vieira, p. 34, nº 163.
- Promessas e os riscos, As. Salvador D. Bergel, Marília B. Marques, Carlos F. M. Menck, Ronald M. Green, Franklin D. Rumjanek, Jenner B. Bastos Fº, Ricardo Ferreira, Lygia V. Pereira, Francisco M. Salzano, Sérgio D. Pena, Pe. José Roque Junges, Henry I. Sobel e Fermin R. Schramm, p. 28, nº 166.
- Quinhentos anos da língua portuguesa no Brasil, Os. Dinah M. I. Callou e Afranio G. Barbosa, p. 44, nº 166.
- Quinhentos anos da zoologia no Brasil, Os. Nelson Papavero, p. 30, nº 167.
- Radioatividade natural: tecnologia humana aumenta risco de exposição. Horst M. Fernandes, p. 36, nº 166.
- Recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, Peixes. Ricardo Z. P. Guimarães e outros, p. 16, nº 168.
- Reforma do setor elétrico, Incertezas e riscos da. Alexandre Salem Szklo e Ricardo Gorini de Oliveira, p. 24, nº 168.
- Sambaquieiros, Os vegetais na vida dos. Rita Scheel-Ybert, p. 26, nº 165.
- (Saúde pública) Cinco séculos de enfermidades. Claudio Bertolli Filho, p. 34, nº 165.
- (Saúde pública) Radioatividade natural: tecnologia humana aumenta risco de exposição. Horst M. Fernandes, p. 36, nº 166.
- Simbióticos: moduladores do ecossistema digestivo, Probióticos, prebióticos e. Jacques R. Nicolli e Leda Q. Vieira, p. 34, nº 163.
- (Sono) Tempo de relembrar. Raphael Pinaud e outros, p. 32, nº 168.
- Tempo de relembrar. Raphael Pinaud, Samuel Deurveilher e Kazue Semba, p. 32, nº 168.
- Tupi, A gramática de Anchieta: 500 anos de língua. Yonne Leite, p. 42, nº 163.
- Universidade pública, A importância da. Alfredo Bosi, p. 42, nº 165.
- Vegetais na vida dos sambaquieiros, Os. Rita Scheel-Ybert, p. 26, nº 165.
- Zoologia no Brasil, Os quinhentos anos da. Nelson Papavero, p. 30, nº 167.
- SEÇÕES**
- À espera do sábio jovial (Nobel de Literatura). David J. Y. Shyu, p. 20, nº 167.
- Abelhas e a riqueza nacional, As. Yasmine Antonini e Rogério Parentoni, p. 62, nº 164.
- Algas 'heavy metal'. Juliana Caetano, p. 56, nº 163.
- Algas?, Recifes de corais ou recifes de. Marcia A. de O. Figueiredo, p. 74, nº 166.
- Alimentos para o século 21, Oceanos: fonte de. Yasunobu Matsuura, p. 54, nº 168.
- Alimentação, As respostas do cérebro à. Jorge Moll Neto, p. 12, nº 164.
- Animais da mesma espécie que vivem em áreas separadas?, É possível usar o DNA para reconhecer diferenças entre. Fabrício R. dos Santos, p. 4, nº 164.
- Animais e a escolha do parceiro para reprodução, Os. Maria de M. Soares e Diogo Meyer, p. 16, nº 166.
- Antipartículas conduzem à antigravidade? Vitor Oguri, p. 4, nº 167.
- Antigravidade?, Antipartículas conduzem à. Vitor Oguri, p. 4, nº 167.
- Aprendizado vocal nos beija-flores, O. Cláudia Vargas, p. 18, nº 166.
- (Astronomia) Satélites têm luz própria ou apenas refletem a luz de estrelas próximas? Luiz Paulo R. Vaz, p. 4, nº 167.
- Aves de rapina, UTI para. Maya Mitre, p. 48, nº 166.
- Baiaçu?, Quais as principais características do. Erica Caramashi, p. 5, nº 164.
- Beija-flores, O aprendizado vocal nos. Cláudia Vargas, p. 18, nº 166.
- Benefícios sociais do melhoramento de plantas. Aluizio Borém e Marcos P. del Giudice, p. 71, nº 163.
- Besouros não podem voar?, É verdade que. Arício Linhares, p. 4, nº 163.
- (Biologia) Descoberta insulina em plantas. Pablo Pires Ferreira, p. 58, nº 163.
- (Biologia) Houve mudanças recentes na citologia e na histologia animal e vegetal? Elizabeth R. S. Camargos, p. 4, nº 165.
- (Biologia) Melatonina regula periodicidade das crises de malária. Antoniana U. Kretli, p. 14, nº 165.
- (Biologia) Recifes de corais ou recifes de algas? Marcia A. de O. Figueiredo, p. 74, nº 166.
- (Botânica) O que confere dureza ao grão de pólen? Jean-Pierre Ybert, p. 4, nº 166.
- Bruxismo e quais as formas de tratamento?, O que é. Eliane P. Barbosa, p. 4, nº 164.
- (Caranguejo-uçá) Com os pés na lama. Cristina Souto, p. 56, nº 166.
- Carbono, Sumidouros de. Maya Mitre e Roberto B. de Carvalho, p. 44, nº 168.
- Carga pesada. Cristina Souto, p. 64, nº 164.
- (Cardiologia) Morte súbita: perigo pouco conhecido. Bernardino Rivas, p. 68, nº 163.
- Carroça ecológica. Maya Mitre, p. 46, nº 168.
- Cérebro funciona de modo quântico, graças aos microtúbulos neurais?, É verdade que. João Ricardo L. Menezes e Flávia C. A. Gomes, p. 4, nº 168.
- Cerrado, Um museu no. Maya Mitre, p. 54, nº 164.
- Chagas, Arma contra o mal de. Cristina Souto, p. 48, nº 168.
- Ciclos de emagrecimento e engorda de alguns obesos são nocivos à saúde?, Os. Enio C. Vieira, p. 5, nº 166.
- Cigarro é mais nocivo à saúde do que os gases lançados pelos veículos automotores?, A fumaça de. Enio C. Vieira, p. 5, nº 168.
- Cigarro em nosso organismo?, Quais os problemas causados pelo. Vera L. da Costa, p. 6, nº 166.
- Citologia e na histologia animal e vegetal?, Houve mudanças recentes na. Elizabeth R. S. Camargos, p. 4, nº 165.
- Clones de vacas parecem mais jovens que as de vacas normais da mesma idade?, Por que células retiradas recentemente de. Franklin Rumjanek, p. 4, nº 168.
- Código Costa Matoso. Roberto B. de Carvalho, p. 52, nº 167.
- Código Florestal: o perigo de abrir brechas. Philip M. Fearnside, p. 62, nº 163.
- Com os pés na lama. Cristina Souto, p. 56, nº 166.
- Como atua a niclosamida no combate ao caramujo hospedeiro do vetor da esquistossomose? Naftale Katz, p. 5, nº 168.
- Como são feitos, nos mapas, os contornos de países, estados e cidades? Celso D. R. Carneiro, p. 4, nº 163.
- Como são formadas as verrugas? Hermann Schatzmayr, p. 5, nº 167.
- (Comportamento) Paraíso de ricos e pobres. Cristina Souto, p. 50, nº 166.
- (Computação) Pioneiros da revolução digital (Nobel de Física). Roberto E. Lagos, p. 14, nº 167.
- Computador, um em letras azuis e outros em letras vermelhas, o primeiro parece estar atrás do segundo?, Por que, ao vermos dois textos na tela do. Armando D. Tavares Jr., p. 5, nº 164.
- (Concreto) Carga pesada. Cristina Souto, p. 64, nº 164.
- Continents realmente existem?, Quantos. Celso Dal Ré Carneiro, p. 4, nº 165.
- Corais ou recifes de algas?, Recifes de. Marcia A. de O. Figueiredo, p. 74, nº 166.
- Córregos de alto risco. Antônio P. Faria, p. 70, nº 165.
- Cromossomo 21, A importância dos estudos sobre o. Mayana Zatz, p. 13, nº 163.
- Cupins urbanos: conhecer para combater. Ana Maria Costa-Leonardo, p. 74, nº 165.
- De Magnete, Os quatrocentos anos do. Alberto P. Guimarães, p. 74, nº 167.
- Descoberta insulina em plantas. Pablo Pires Ferreira, p. 58, nº 163.
- Dinossauro, Nova espécie de. Cristina Souto, p. 58, nº 165.
- (Direito) Estatuto da alforria. Márcio Santilli, p. 48, nº 163.
- Divisão do trabalho no mundo e o emprego no Brasil, A. Marcio Pochmann, p. 66, nº 165.

- Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações. Eduardo C. Valadares, p. 70, nº 168.
- É possível usar o DNA para reconhecer diferenças entre animais da mesma espécie que vivem em áreas separadas? Fabrício R. dos Santos, p. 4, nº 164.
- É verdade que besouros não podem voar? Arício Linhares, p. 4, nº 163.
- É verdade que o cérebro funciona de modo quântico, graças aos microtúbulos neurais? João Ricardo L. Menezes e Flávia C. A. Gomes, p. 4, nº 168.
- (Ecologia) As abelhas e a riqueza nacional. Yasmine Antonini e Rogério Parentoni, p. 62, nº 164.
- (Ecologia) As lagoas temporárias do semi-árido. Leonardo Maltchik, p. 67, nº 167.
- (Ecologia) Código Florestal: o perigo de abrir brechas. Philip M. Fearnside, p. 62, nº 163.
- (Ecologia) Ecoturismo em alta. Maya Mitre, p. 56, nº 164.
- (Ecologia) Os manguezais de Guapimirim: perdas e ganhos nos últimos 20 anos. Tomaz Langenbach, p. 52, nº 168.
- (Ecologia) Pererecas protetoras da mata atlântica sob ameaça. Germano Woehl Jr. e Elza N. Woehl, p. 72, nº 164.
- (Ecologia) Poluição atmosférica mata. Vera Rita Costa, p. 50, nº 163.
- (Ecologia) Pontal do Paranapanema: reforma agrária com conservação. Laury Cullen Jr., p. 68, nº 164.
- (Ecologia) UTI para aves de rapina. Maya Mitre, p. 48, nº 166.
- Ecológica, carroça. Maya Mitre, p. 46, nº 168.
- Economia, matemática e comportamento humano (Nobel de Economia). Aloísio P. de Araujo, p. 21, nº 167.
- (Economia) A divisão do trabalho no mundo e o emprego no Brasil. Marcio Pochmann, p. 66, nº 165.
- (Economia) Jequitinhonha: estagnação e pobreza. Maya Mitre, p. 52, nº 165.
- (Economia política) Mistura ou diferença: qual esperança na globalização e na crise? Otávio Velho, p. 62, nº 166.
- Ecoturismo em alta. Maya Mitre, p. 56, nº 164.
- (Educação) Erros no combate à repetência. Teo Araujo, p. 54, nº 166.
- (Educação) No fascínio do jogo, a alegria de aprender. Simão de Miranda, p. 64, nº 168.
- Eletricidade limpa e renovável. Alejandro A. F. Duarte e Francisco E. A. dos Santos, p. 53, nº 163.
- Eletricidade (Nobel de Química), Plásticos condutores de. Luiz Henrique C. Mattoso, p. 16, nº 167.
- Eletroquímica: bicentário do nascimento de uma nova ciência. Carlos A. L. Filgueiras, p. 78, nº 164.
- Em busca de novos medicamentos. Luís Henrique Valdetaro, p. 42, nº 168.
- (Embriologia comparada) A vida secreta das esponjas. Cristiano Coutinho, p. 60, nº 168.
- Emprego no Brasil, A divisão do trabalho no mundo e o. Marcio Pochmann, p. 66, nº 165.
- (Enchentes) Córregos de alto risco. Antônio P. Faria, p. 70, nº 165.
- (Energia solar) Eletricidade limpa e renovável. Alejandro A. F. Duarte e Francisco E. A. dos Santos, p. 53, nº 163.
- (Engenharia) Carga pesada. Cristina Souto, p. 64, nº 164.
- (Engenharia florestal) Sumidouros de carbono. Maya Mitre e Roberto B. de Carvalho, p. 44, nº 168.
- (Engenharia química) Reciclagem inteligente. Pablo P. Ferreira, p. 58, nº 167.
- (Entomologia) Cupins urbanos: conhecer para combater. Ana Maria Costa-Leonardo, p. 74, nº 165.
- (Entomologia) É verdade que besouros não podem voar? Arício Linhares, p. 4, nº 163.
- Erros no combate à repetência. Teo Araujo, p. 54, nº 166.
- Esponjas, A vida secreta das. Cristiano Coutinho, p. 60, nº 168.
- Esquistossomose?, Como atua a niclosamida no combate ao caramujo hospedeiro do vetor da. Naftale Katz, p. 5, nº 168.
- Estatuto da alforria. Márcio Santilli, p. 48, nº 163.
- Estrelas próximas?, Satélites têm luz própria ou apenas refletem a luz de. Luiz Paulo R. Vaz, p. 4, nº 167.
- (Estreptococos) Risco de vida no berço. Cristina Souto, p. 59, nº 164.
- (Etologia) Humanos no zoológico. Marcelo Bizerril, p. 64, nº 163.
- (Farmácia) Em busca de novos medicamentos. Luís Henrique Valdetaro, p. 42, nº 168.
- Física, Uma revolução na. H. Moisés Nussenzweig, p. 71, nº 167.
- (Física) Antipartículas conduzem à antigravidade? Vitor Oguri, p. 4, nº 167.
- (Física) Neutrino do tau é observado pela primeira vez. Renata Z. Funchal, p. 52, nº 164.
- (Física) Partículas à vista. Pablo Pires Ferreira, p. 56, nº 165.
- (Física, Nobel de) Pioneiros da revolução digital, Roberto E. Lagos, p. 14, nº 167.
- (Fitotecnia) Benefícios sociais do melhoramento de plantas. Aluizio Borém e Marcos P. del Giudice, p. 71, nº 163.
- Florestal: o perigo de abrir brechas, Código. Philip M. Fearnside, p. 62, nº 163.
- Fumaça de cigarro é mais nociva à saúde do que os gases lançados pelos veículos automotores? Enio C. Vieira, p. 5, nº 168.
- Fundamentos da comunicação entre as células nervosas (Nobel de Medicina). Rafael Linden, p. 18, nº 167.
- Gás que faz rir, O. Reiko Isuyama, p. 78, nº 163.
- Genética, O renascimento da. José Mariano Amabis, p. 78, nº 165.
- (Genética) A importância dos estudos sobre o cromossomo 21. Mayana Zatz, p. 13, nº 163.
- (Genética) É possível usar o DNA para reconhecer diferenças entre animais da mesma espécie que vivem em áreas separadas? Fabrício R. dos Santos, p. 4, nº 164.
- (Genética) Os animais e a escolha do parceiro para reprodução. Maria de M. Soares e Diogo Meyer, p. 16, nº 166.
- (Genética) Por que células retiradas recentemente de clones de vacas parecem mais jovens que as de vacas normais da mesma idade? Franklin Rumjanek, p. 4, nº 168.
- (Genética molecular) Um mecanismo molecular para as conexões entre os neurônios. Francisco G. da Nóbrega e Marina P. Nóbrega, p. 12, nº 168.
- (Geociências) Córregos de alto risco. Antônio P. Faria, p. 70, nº 165.
- (Geografia) Como são feitos, nos mapas, os contornos de países, estados e cidades? Celso D. R. Carneiro, p. 4, nº 163.
- (Geografia) Jequitinhonha: estagnação e pobreza. Maya Mitre, p. 52, nº 165.
- (Geografia) Quantos continentes realmente existem? Celso Dal Ré Carneiro, p. 4, nº 165.
- Globalização e na crise?, Mistura ou diferença: qual esperança na. Otávio Velho, p. 62, nº 166.
- Hepatite?, Quais as diferenças entre os tipos de. Clara F. T. Yoshida, p. 5, nº 165.
- Histologia animal e vegetal?, Houve mudanças recentes na citologia e na. Elizabeth R. S. Camargos, p. 4, nº 165.
- (História) Código Costa Matoso. Roberto B. de Carvalho, p. 52, nº 167.
- (História da ciência) Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações. Eduardo C. Valadares, p. 70, nº 168.
- (História da ciência) Eletroquímica: bicentário do nascimento de uma nova ciência. Carlos A. L. Filgueiras, p. 78, nº 164.
- (História da ciência) O renascimento da genética. José Mariano Amabis, p. 78, nº 165.
- (História da ciência) Os olhos não vêem, a pele detecta. Marcos A. Pimenta, p. 77, nº 166.
- (História da ciência) Séculos de criatividade. Teo Araujo, p. 40, nº 168.
- Houve mudanças recentes na citologia e na histologia animal e vegetal? Elizabeth R. S. Camargos, p. 4, nº 165.
- Humanos no zoológico. Marcelo Bizerril, p. 64, nº 163.
- (Ibitipoca) Ecoturismo em alta. Maya Mitre, p. 56, nº 164.
- (Ictiologia) Quais as principais características do baiacu? Erica Caramashi, p. 5, nº 164.
- Importância dos estudos sobre o cromossomo 21, A. Mayana Zatz, p. 13, nº 163.
- (Imunologia) Arma contra o mal de Chagas. Cristina Souto, p. 48, nº 168.
- (Índios) Estatuto da alforria. Márcio Santilli, p. 48, nº 163.
- Informação ideológica pela imagem e o anacronismo da pós-modernidade, A. Carlos F. Galvão, p. 69, nº 166.
- (Informática) Internet mais ágil e mais segura. Cristina Souto, p. 54, nº 165.
- (Informática) Memórias *made in Brazil*. Pablo P. Ferreira, p. 51, nº 166.
- (Informática) Por que, ao vermos dois textos na tela do computador, um em letras azuis e outros em letras vermelhas, o primeiro parece estar atrás do segundo? Armando D. Tavares Jr., p. 5, nº 164.
- (Infravermelho) Os olhos não vêem, a pele detecta. Marcos A. Pimenta, p. 77, nº 166.
- Insulina em plantas, Descoberta. Pablo Pires Ferreira, p. 58, nº 163.
- Internet mais ágil e mais segura. Cristina Souto, p. 54, nº 165.
- (Invenções) Séculos de criatividade. Teo Araujo, p. 40, nº 168.
- Jequitinhonha: estagnação e pobreza. Maya Mitre, p. 52, nº 165.
- Jogo, a alegria de aprender, No fascínio do. Simão de Miranda, p. 64, nº 168.
- Lagoas temporárias do semi-árido, As. Leonardo Maltchik, p. 67, nº 167.
- (Linguística) Quantas são as línguas faladas no mundo? Cristina Altman, p. 7, nº 166.
- (Literatura, Nobel de) À espera do sábio jovial. David J. Y. Shyu, p. 20, nº 167.
- (Magnetismo) Os quatrocentos anos do *De Magnete*. Alberto P. Guimarães, p. 74, nº 167.
- Malária, Melatonina regula periodicidade das crises de. Antoniana U. Kretli, p. 14, nº 165.
- Manguezais de Guapimirim: perdas e ganhos nos últimos 20 anos, Os. Tomaz Langenbach, p. 52, nº 168.
- Mapas, os contornos de países, estados e cidades?, Como são feitos, nos Celso D. R. Carneiro, p. 4, nº 163.
- (Marconi) Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações. Eduardo C. Valadares, p. 70, nº 168.
- (Maricultura) Oceanos: fonte de alimentos para o século 21. Yasunobu Matsuura, p. 54, nº 168.

- Mata atlântica sob ameaça, Pererecas protetoras da. Germano Woehl Jr. e Elza N. Woehl, p. 72, nº 164.
- Matemática e comportamento humano (Nobel de Economia), Economia. Aloisio P. de Araujo, p. 21, nº 167.
- Medicamentos, Em busca de novos. Luís Henrique Valdetaro, p. 42, nº 168.
- (Medicina) A melhor defesa é o ataque. Ângela Góes, p. 54, nº 163.
- (Medicina) Como são formadas as verrugas? Hermann Schatzmayr, p. 5, nº 167.
- (Medicina) Morte súbita: perigo pouco conhecido. Bernardino Rivas, p. 68, nº 163.
- (Medicina) Novo vírus sob suspeita. Cristina Souto, p. 60, nº 167.
- (Medicina) O que é síndrome do X-frágil? Têmis M. Félix, p. 5, nº 167.
- (Medicina) Os ciclos de emagrecimento e engorda de alguns obesos são nocivos à saúde? Enio C. Vieira, p. 5, nº 166.
- (Medicina) Passar álcool sobre picadas de insetos tem efeito benéfico? Luna Azulay, p. 5, nº 163.
- (Medicina) Poluição atmosférica mata. Vera Rita Costa, p. 50, nº 163.
- (Medicina) Quais as diferenças entre os tipos de hepatite? Clara F. T. Yoshida, p. 5, nº 165.
- (Medicina) Quais os problemas causados pelo cigarro em nosso organismo? Vera L. da Costa, p. 4, nº 166.
- (Medicina, Nobel de) Fundamentos da comunicação entre as células nervosas. Rafael Linden, p. 18, nº 167.
- Melatonina regula periodicidade das crises de malária. Antoniana U. Krettl, p. 14, nº 165.
- Melhor defesa é o ataque, A. Ângela Góes, p. 54, nº 163.
- Melhoramento de plantas, Benefícios sociais do. Aluizio Borém e Marcos P. del Giúdice, p. 71, nº 163.
- Memórias *made in Brazil*. Pablo P. Ferreira, p. 51, nº 166.
- (Meningite) Perigo na esquina. Ângela Góes, p. 60, nº 164.
- (Microeconometria) Economia, matemática e comportamento humano (Nobel de Economia). Aloisio P. de Araujo, p. 21, nº 167.
- Mistura ou diferença: qual esperança na globalização e na crise? Otávio Velho, p. 62, nº 166.
- Morte súbita: perigo pouco conhecido. Bernardino Rivas, p. 68, nº 163.
- (Museologia) Um museu no cerrado. Maya Mitre, p. 54, nº 164.
- Museu no cerrado, Um. Maya Mitre, p. 54, nº 164.
- (Neurociência) O aprendizado vocal nos beija-flores. Cláudia Vargas, p. 18, nº 166.
- (Neurologia) As respostas do cérebro à alimentação. Jorge Moll Neto, p. 12, nº 164.
- (Neurologia) É verdade que o cérebro funciona de modo quântico, graças aos microtúbulos neurais? João Ricardo L. Menezes e Flávia C. A. Gomes, p. 4, nº 168.
- (Neurologia) Fundamentos da comunicação entre as células nervosas (Nobel de Medicina). Rafael Linden, p. 18, nº 167.
- Neurônios, Um mecanismo molecular para as conexões entre os. Francisco G. da Nóbrega e Marina P. Nóbrega, p. 12, nº 168.
- Neutrino do tau é observado pela primeira vez. Renata Z. Funchal, p. 52, nº 164.
- Niclosamida no combate ao caramujo hospedeiro do vetor da esquistossomose?, Como atua a. Naftale Katz, p. 5, nº 168.
- No fascínio do jogo, a alegria de aprender. Simão de Miranda, p. 64, nº 168.
- (Nobel da Paz) A política do Brilho do Sol. Amaury P. de Oliveira, p. 19, nº 167.
- (Nobel de Economia) Economia, matemática e comportamento humano. Aloisio P. de Araujo, p. 21, nº 167.
- (Nobel de Física) Pioneiros da revolução digital. Roberto E. Lagos, p. 14, nº 167.
- (Nobel de Literatura) À espera do sábio jovial. David J. Y. Shyu, p. 20, nº 167.
- (Nobel de Medicina) Fundamentos da comunicação entre as células nervosas. Rafael Linden, p. 18, nº 167.
- (Nobel de Química) Plásticos condutores de eletricidade. Luiz Henrique C. Mattoso, p. 16, nº 167.
- Arma contra o mal de Chagas. Cristina Souto, p. 48, nº 168.
- Nova espécie de dinossauro. Cristina Souto, p. 58, nº 165.
- Novo vírus sob suspeita. Cristina Souto, p. 60, nº 167.
- Obesos são nocivos à saúde?, Os ciclos de emagrecimento e engorda de alguns. Enio C. Vieira, p. 5, nº 166.
- Oceanos: fonte de alimentos para o século 21. Yasunobu Matsuura, p. 54, nº 168.
- (Odontologia) O que é bruxismo e quais as formas de tratamento? Eliane P. Barboza, p. 4, nº 164.
- Olha o passarinho! Cristina Souto, p. 56, nº 167.
- Olhos não vêem, a pele detecta. Os. Marcos A. Pimenta, p. 77, nº 166.
- Origens da doença da vaca louca. As. Pedro L. L. Pereira e Paula D. Bevilacqua, p. 62, nº 167.
- (Ornitologia) Olha o passarinho! Cristina Souto, p. 56, nº 167.
- (Ornitologia) Um bom guia para *bird-watchers* (box). Olaf Malm, p. 56, nº 167.
- (Óxido nítrico) O gás que faz rir. Reiko Isuyama, p. 78, nº 163.
- (Paleontologia) Nova espécie de dinossauro. Cristina Souto, p. 58, nº 165.
- (Paleontologia) Pólen, paisagens e pré-história americana. Sérgio A. M. Chaves, p. 57, nº 168.
- (Pantanal) Olha o passarinho! Cristina Souto, p. 56, nº 167.
- (Pantanal) Um bom guia para *bird-watchers* (box). Olaf Malm, p. 56, nº 167.
- Paraíso de ricos e pobres. Cristina Souto, p. 50, nº 166.
- (Parasitoses) A melhor defesa é o ataque. Ângela Góes, p. 54, nº 163.
- Partículas à vista. Pablo Pires Ferreira, p. 56, nº 165.
- Passar álcool sobre picadas de insetos tem efeito benéfico? Luna Azulay, p. 5, nº 163.
- (Paz, Nobel da) A política do Brilho do Sol. Amaury P. de Oliveira, p. 19, nº 167.
- (Peixes) Relíquia do rio Negro. Mônica de Toledo-Pia Ragazzo, p. 50, nº 165.
- Pererecas protetoras da mata atlântica sob ameaça. Germano Woehl Jr. e Elza N. Woehl, p. 72, nº 164.
- Perigo na esquina. Ângela Góes, p. 60, nº 164.
- Picadas de insetos tem efeito benéfico?, Passar álcool sobre. Luna Azulay, p. 5, nº 163.
- Pioneiros da revolução digital (Nobel de Física). Roberto E. Lagos, p. 14, nº 167.
- (Planck) Uma revolução na física. H. Moysés Nussenzevig, p. 71, nº 167.
- Plásticos condutores de eletricidade (Nobel de Química). Luiz Henrique C. Mattoso, p. 16, nº 167.
- Poder antioxidante. Roberto B. de Carvalho, p. 60, nº 165.
- Pólen?, O que confere dureza ao grão de. Jean-Pierre Ybert, p. 4, nº 166.
- Pólen, paisagens e pré-história americana. Sérgio A. M. Chaves, p. 57, nº 168.
- Política do Brilho do Sol (Nobel da Paz), A. Amaury P. de Oliveira, p. 19, nº 167.
- Poluição atmosférica mata. Vera Rita Costa, p. 50, nº 163.
- Pontal do Paranapanema: reforma agrária com conservação. Laury Cullen Jr., p. 68, nº 164.
- Por que células retiradas recentemente de clones de vacas parecem mais jovens que as de vacas normais da mesma idade? Franklin Rumjanek, p. 4, nº 168.
- Por que, ao vermos dois textos na tela do computador, um em letras azuis e outros em letras vermelhas, o primeiro parece estar atrás do segundo? Armando D. Tavares Jr., p. 5, nº 164.
- Pós-modernidade, A informação ideológica pela imagem e o anacronismo da. Carlos F. Galvão, p. 69, nº 166.
- (Própolis) Poder antioxidante. Roberto B. de Carvalho, p. 60, nº 165.
- Quais as diferenças entre os tipos de hepatite? Clara F. T. Yoshida, p. 5, nº 165.
- Quais as principais características do baicu? Erica Caramashi, p. 5, nº 164.
- Quais os problemas causados pelo cigarro em nosso organismo? Vera L. da Costa, p. 6, nº 166.
- Quantas são as línguas faladas no mundo? Cristina Altman, p. 7, nº 166.
- Quantos continentes realmente existem? Celso Dal Ré Carneiro, p. 4, nº 165.
- Quatrocentos anos do *De Magnete*, Os. Alberto P. Guimarães, p. 74, nº 167.
- Que confere dureza ao grão de pólen?, O. Jean-Pierre Ybert, p. 4, nº 166.
- Que é bruxismo e quais as formas de tratamento?, O. Eliane P. Barboza, p. 4, nº 164.
- Que é síndrome do X-frágil?, O. Têmis M. Félix, p. 5, nº 167.
- (Química) Algas 'heavy metal'. Juliana Caetano, p. 56, nº 163.
- (Química) Eletroquímica: bicentário do nascimento de uma nova ciência. Carlos A. L. Filgueiras, p. 78, nº 164.
- (Química) O gás que faz rir. Reiko Isuyama, p. 78, nº 163.
- (Química) Poder antioxidante. Roberto B. de Carvalho, p. 60, nº 165.
- (Química, Nobel de) Plásticos condutores de eletricidade. Luiz Henrique C. Mattoso, p. 16, nº 167.
- Reciclagem inteligente. Pablo P. Ferreira, p. 58, nº 167.
- Reforma agrária com conservação, Pontal do Paranapanema. Laury Cullen Jr., p. 68, nº 164.
- Relíquia do rio Negro. Mônica de Toledo-Pia Ragazzo, p. 50, nº 165.
- Recifes de corais ou recife de algas? Marcia A. de O. Figueiredo, p. 74, nº 166.
- Renascimento da genética, O. José Mariano Amabis, p. 78, nº 165.
- Repetência, Erros no combate à. Teo Araujo, p. 54, nº 166.
- Reprodução, Os animais e a escolha do parceiro para. Maria de M. Soares e Diogo Meyer, p. 16, nº 166.
- Respostas do cérebro à alimentação, As. Jorge Moll Neto, p. 12, nº 164.
- Risco de vida no berço. Cristina Souto, p. 59, nº 164.
- Satélites têm luz própria ou apenas refletem a luz de estrelas próximas? Luiz Paulo R. Vaz, p. 4, nº 167.
- (Saúde) Perigo na esquina. Ângela Góes, p. 60, nº 164.
- (Saúde) Risco de vida no berço. Cristina Souto, p. 59, nº 164.
- Séculos de criatividade. Teo Araujo, p. 40, nº 168.
- Semi-árido, As lagoas temporárias

- do. Leonardo Maltchik, p. 67, nº 167.
- (Semiologia) A informação ideológica pela imagem e o anacronismo da pós-modernidade. Carlos F. Galvão, p. 69, nº 166.
- (Shopping center) Paraíso de ricos e pobres. Cristina Souto, p. 50, nº 166.
- Síndrome do X-frágil?, O que é. Têmis M. Félix, p. 5, nº 167.
- Sumidouros de carbono. Maya Mitre e Roberto B. de Carvalho, p. 44, nº 168.
- (Teoria quântica) Uma revolução na física. H. Moysés Nussenzveig, p. 71, nº 167.
- (Toxicologia) A fumaça de cigarro é mais nociva à saúde do que os gases lançados pelos veículos automotores? Enio C. Vieira, p. 5, nº 168.
- Trabalho no mundo e o emprego no Brasil, A divisão do. Marcio Pochmann, p. 66, nº 165.
- Um bom guia para *bird-watchers* (box). Olaf Malm, p. 56, nº 167.
- Um mecanismo molecular para as conexões entre os neurônios. Francisco G. da Nóbrega e Marina P. Nóbrega, p. 12, nº 168.
- Uma revolução na física. H. Moysés Nussenzveig, p. 71, nº 167.
- UTI para aves de rapina. Maya Mitre, p. 48, nº 166.
- Vaca louca, As origens da doença da. Pedro L. L. Pereira e Paula D. Bevilacqua, p. 62, nº 167.
- Verrugas?, Como são formadas as. Hermann Schatzmayr, p. 5, nº 167.
- (Veterinária) As origens da doença da vaca louca. Pedro L. L. Pereira e Paula D. Bevilacqua, p. 62, nº 167.
- Vida secreta das esponjas, A. Cristiano Coutinho, p. 60, nº 168.
- (Virologia) Novo vírus sob suspeita. Cristina Souto, p. 60, nº 167.
- X-frágil?, O que é síndrome do. Têmis M. Félix, p. 5, nº 167.
- (Zoologia) Com os pés na lama. Cristina Souto, p. 56, nº 166.
- (Zoologia) Relíquia do rio Negro. Mônica de Toledo-Pia Ragazzo, p. 50, nº 165.
- Zoológico, Humanos no. Marcelo Bizerril, p. 64, nº 163.
- (Nobel de Economia), p. 21, nº 167.
- ARAUJO, Teo. Erros no combate à repetência, p. 54, nº 166.
- Séculos de criatividade, p. 40, nº 168.
- AZULAY, Luna. Passar álcool sobre picadas de insetos tem efeito benéfico?, p. 5, nº 163.
- BARBOSA, Afranio G. e Dinah M. I. Callou. Os quinhentos anos da língua portuguesa no Brasil, p. 44, nº 166.
- BARBOZA, Eliane P. O que é bruxismo e quais as formas de tratamento?, p. 4, nº 164.
- BASTOS F², Jenner B. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- BERGEL, Salvador D. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- BERTOLLI F², Claudio. Cinco séculos de enfermidades, p. 34, nº 165.
- Justiça para um pioneiro, p. 78, nº 167.
- BEVILACQUA, Paula D. e Pedro L. L. Pereira. As origens da doença da vaca louca, p. 62, nº 167.
- BIZERRIL, Marcelo. Humanos no zoológico, p. 64, nº 163.
- BIZZOCCHI, Aldo. O fantástico mundo da linguagem, p. 38, nº 164.
- BORÉM, Aluizio e Marcos P. del Giudice. Benefícios sociais do melhoramento de plantas, p. 71, nº 163.
- BOSI, Alfredo. A importância da universidade pública, p. 42, nº 165.
- CAETANO, Juliana. Algas 'heavy metal', p. 56, nº 163.
- e Carlos Fausto. Ronaldo Vainfas (entrevista). A verdadeira conquista do Brasil, p. 8, nº 165.
- CALIXTO, João Batista. Biopirataria: a diversidade biológica na mira da indústria farmacêutica, p. 36, nº 167.
- CALLOU, Dinah M. I. e Afranio G. Barbosa. Os quinhentos anos da língua portuguesa no Brasil, p. 44, nº 166.
- CAMARGOS, Elizabeth R. S. Houve mudanças recentes na citologia e na histologia animal e vegetal?, p. 4, nº 165.
- CÂNDIDO, Mário R. José de Souza Martins (entrevista). A escravidão contemporânea, p. 6, nº 168.
- CANDOTTI, Enio e Ruben Aldrovandi. Jean Pierre Vigier (entrevista). Física e política, p. 6, nº 164.
- CARAMASHI, Érica. Quais as principais características do baiacu?, p. 5, nº 164.
- CARNEIRO, Celso D. R. Como são feitos, nos mapas, os contornos de países, estados e cidades?, p. 4, nº 163.
- Quantos continentes realmente existem?, p. 4, nº 165.
- CARVALHO, Roberto B. Códice Costa Matoso, p. 52, nº 167.
- O boom da obesidade, p. 18, nº 164.
- Poder antioxidante, p. 60, nº 165.
- CARVALHO, Roberto B. e Maya Mitre. Sumidouros de carbono, p. 44, nº 168.
- CASTILHO, Caio e outros. Cid Teixeira (entrevista). Um varejista da história, p. 8, nº 163.
- CASTRO, Ubiratan e outros. Cid Teixeira (entrevista). Um varejista da história, p. 8, nº 163.
- CHAVES, Sérgio A. M. Pólens, paisagens e pré-história americana, p. 57, nº 168.
- COSTA, Luciano da F. e outros. De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do pensamento, p. 44, nº 167.
- COSTA, Vera L. Quais os problemas causados pelo cigarro em nosso organismo?, p. 6, nº 166.
- COSTA, Vera R. Atendimento gratuito na USP, p. 27, nº 164.
- Genoma decifrado, trabalho dobrado, p. 22, nº 166.
- Poluição atmosférica mata, p. 50, nº 163.
- COSTA-LEONARDO, Ana Maria. Cupins urbanos: conhecer para combater, p. 74, nº 165.
- COUTINHO, Cristiano. A vida secreta das esponjas, p. 60, nº 168.
- CULLEN JR., Laury. Pontal do Paranapanema: reforma agrária com conservação, p. 68, nº 164.
- DE ANGELIS, Rebecca C. Fome oculta, a grande vilã nutricional, p. 32, nº 164.
- DEL GIÚDICE, Marcos P. e Aluizio Borém. Benefícios sociais do melhoramento de plantas, p. 71, nº 163.
- DEURVELHER, Samuel e outros. Tempo de relembrar, p. 32, nº 168.
- DONANGELO, Raul. Novo paradigma, p. 76, nº 164.
- DUARTE, Alejandro A. F. e Francisco E. A. dos Santos. Eletricidade limpa e renovável, p. 53, nº 163.
- FARIA, Antônio P. Córregos de alto risco, p. 70, nº 165.
- FAUSTO, Carlos e Juliana Caetano. Ronaldo Vainfas (entrevista). A verdadeira conquista do Brasil, p. 8, nº 165.
- FEARNSIDE, Philip M. Código Florestal: o perigo de abrir brechas, p. 62, nº 163.
- FÉLIX, Têmis M. O que é síndrome do X-frágil?, p. 5, nº 167.
- FERNANDES, Ana e outros. Cid Teixeira (entrevista). Um varejista da história, p. 8, nº 163.
- FERNANDES, Horst M. Radioatividade natural: tecnologia humana aumenta risco de exposição, p. 36, nº 166.
- FERREIRA, Carlos E. L. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- FERREIRA, Pablo P. Descoberta insu-
- lina em plantas, p. 58, nº 163.
- Memórias *made in Brazil*, p. 51, nº 166.
- Partículas à vista, p. 56, nº 165.
- Reciclagem inteligente, p. 58, nº 167.
- FERREIRA, Ricardo e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- FERREIRA, Sérgio T. e outros. Nivaldo Inestrosa (entrevista). Novos rumos na luta contra o mal de Alzheimer, p. 6, nº 167.
- FIGUEIREDO, Marcia A. O. Recifes de corais ou recife de algas?, p. 74, nº 166.
- FILGUEIRAS, Carlos A. L. Eletroquímica: bicentenário do nascimento de uma nova ciência, p. 78, nº 164.
- FISBERG, Mauro. Obesidade na infância e na adolescência, p. 35, nº 164.
- FLOETER, Sergio R. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- FOGUEL, Débora e Hatisaburo Masuda. Obesidade: por que engordamos?, p. 28, nº 164.
- e outros. Nivaldo Inestrosa (entrevista). Novos rumos na luta contra o mal de Alzheimer, p. 8, nº 167.
- FUNARI, Pedro P. A. O Brasil antes dos portugueses, p. 75, nº 163.
- FUNCHAL, Renata Z. Neutrino do tau é observado pela primeira vez, p. 52, nº 164.
- GALVÃO, Carlos F. A informação ideológica pela imagem e o anacronismo da pós-modernidade, p. 69, nº 166.
- GASPARINI, João L. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- GÓES, Ângela. A melhor defesa é o ataque, p. 54, nº 163.
- Perigo na esquina, p. 60, nº 164.
- GOMES, Flávia C. A. e João R. L. de Menezes. É verdade que o cérebro funciona de modo quântico, graças aos microtúbulos neurais?, p. 4, nº 168.
- GONÇALVES, Márcio S. O amor no ciberespaço, p. 18, nº 163.
- GREEN, Ronald M. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- GUIMARÃES, A. P. Os quatrocentos anos do *De Magnete*, p. 74, nº 167.
- GUIMARÃES, Ricardo Z. P. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- ISUYAMA, Reiko. O gás que faz rir, p. 78, nº 163.
- JUNGES, Pe. José Roque e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- KATZ, Naftale. Como atua a niclosamida no combate ao caramujo hospedeiro do vetor da esquistossomose?, p. 5, nº 168.
- KRETTLI, Antoniana U. Melatonina regula periodicidade das crises de malária, p. 14, nº 165.

- LAGOS, Roberto. Pioneiros da revolução digital (Nobel de Física), p. 14, nº 167.
- LANA, Cristiano e Rafael Romano. Crateras de impactos: cicatrizes cavadas por meteoritos, p. 26, nº 163.
- LANGENBACH, Tomaz. Os manguezais de Guapimirim: perdas e ganhos nos últimos 20 anos, p. 52, nº 168.
- LEITE, Yonne. A gramática de Anchieta: 500 anos de língua tupi, p. 42, nº 163.
- LINDEN, Rafael. Fundamentos da comunicação entre as células nervosas (Nobel de Medicina), p. 18, nº 167.
- LINHARES, Arício. É verdade que besouros não podem voar?, p. 4, nº 163.
- MALM, Olaf. Um bom guia para *bird-walkers* (box), p. 56, nº 167.
- MALTSCHIK, Leonardo. As lagoas temporárias do semi-árido, p. 67, nº 167.
- MARQUES, Marília B. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- MASUDA, Hatisaburo e Débora Foguel. Obesidade: por que engordamos? Débora Foguel e Hatisaburo Masuda, p. 28, nº 164.
- MATSUURA, Yasunobu. Oceanos: fonte de alimentos para o século 21, p. 54, nº 168.
- MATTOSO, Luiz Henrique C. Plásticos condutores de eletricidade (Nobel de Química), p. 16, nº 167.
- MELLO, Fernando G. e outros. Nivaldo Inestrosa (entrevista). Novos rumos na luta contra o mal de Alzheimer, p. 6, nº 167.
- MENANDRO, Ricardo e outros. Nivaldo Inestrosa (entrevista). Novos rumos na luta contra o mal de Alzheimer, p. 6, nº 167.
- MENCK, Carlos F.M. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- MENEZES, João R. L. e Flávia C. A. Gomes. É verdade que o cérebro funciona de modo quântico, graças aos microtúbulos neurais?, p. 4, nº 168.
- MEYER, Diogo e Maria de M. Soares. Os animais e a escolha do parceiro para reprodução, p. 16, nº 166.
- MINGHIM, Rosane e outros. De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do pensamento, p. 44, nº 167.
- MIRANDA, Simão de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender, p. 64, nº 168.
- MITRE, Maya. Anatomia de uma compulsão, p. 25, nº 164.
- Carroça ecológica, p. 46, nº 168.
- Distúrbios alimentares, p. 24, nº 164.
- Ecoturismo em alta, p. 56, nº 164.
- Jequitinhonha: estagnação e pobreza, p. 52, nº 165.
- Um museu no cerrado, p. 54, nº 164.
- UTI para aves de rapina, p. 48, nº 166.
- MITRE, Maya e Roberto B. de Carvalho. Sumidouros de carbono, p. 44, nº 168.
- MOLL NETO, Jorge. As respostas do cérebro à alimentação, p. 12, nº 164.
- NICOLI, Jacques R. e Leda Q. Vieira. Probióticos, prebióticos e simbióticos: moduladores do ecossistema digestivo, p. 34, nº 163.
- NÓBREGA, Francisco G. e Marina P. Nóbrega. Um mecanismo molecular para as conexões entre os neurônios, p. 12, nº 168.
- NÓBREGA, Marina P. e Francisco G. da Nóbrega. Um mecanismo molecular para as conexões entre os neurônios, p. 12, nº 168.
- NUNAN, Gustavo W. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- NUSSENZVEIG, H. Moisés. Uma revolução na física, p. 71, nº 167.
- OGURI, Vitor. Antipartículas conduzem à antigravidade?, p. 4, nº 167.
- OLIVEIRA, Amaury P. A política do Brilho do Sol (Nobel da Paz), p. 19, nº 167.
- OLIVEIRA, Maria Cristina F. e outros. De olho nos neurônios: as formas 'virtuais' do pensamento, p. 44, nº 167.
- OLIVEIRA, Ricardo G. e Alexandre S. Szklo. Incertezas e riscos da reforma do setor elétrico, p. 24, nº 168.
- PAMPONET, Luzia e outros. Cid Teixeira (entrevista). Um varejista da história, p. 8, nº 163.
- PAPAVERO, Nelson. Os quinhentos anos da zoologia no Brasil, p. 30, nº 167.
- PARENTONI, Rogério e Yasmine Antonini. As abelhas e a riqueza nacional, p. 62, nº 164.
- PATY, Michel. Uma visão antropológica do conhecimento científico, p. 68, nº 168. Resenha do livro *Ciência em ação*, de Bruno Latour.
- PENA, Sérgio D. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- PEREIRA, Lygia V. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- PEREIRA, Pedro L. L. e Paula D. Bevilacqua. As origens da doença da vaca louca, p. 62, nº 167.
- PESSOTTI, Isaias. Razão e emoção de mãos dadas, p. 72, nº 166.
- PIMENTA, Marcos A. Os olhos não vêem, a pele detecta, p. 77, nº 166.
- PINAUD, Raphael e outros. Tempo de lembrar, p. 32, nº 168.
- PINTO Neto, Nelson. Muito além do futuro, p. 63, nº 165.
- POCHMANN, Marcio. A divisão do trabalho no mundo e o emprego no Brasil, p. 66, nº 165.
- PUNTONI, Pedro. Brasil: colonização e resistência, p. 46, nº 164.
- RAGAZZO, Mônica de T. Relíquia do rio Negro, p. 50, nº 165.
- RANGEL, Carlos A. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- RIVAS, Bernardino. Morte súbita: perigo pouco conhecido, p. 68, nº 163.
- ROCHA, Luiz A. e outros. Peixes recifais brasileiros: riqueza desconhecida e ameaçada, p. 16, nº 168.
- ROMANO, Rafael e Cristiano Lana. Crateras de impactos: cicatrizes cavadas por meteoritos, p. 26, nº 163.
- RUMJANEK, Franklin. Por que células retiradas recentemente de clones de vacas parecem mais jovens que as de vacas normais da mesma idade?, p. 4, nº 168.
- RUMJANEK, Franklin D. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- SALZANO, Francisco M. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- SANTILLI, Márcio. Estatuto da alfaria, p. 48, nº 163.
- SANTOS, Fabrício R. É possível usar o DNA para reconhecer diferenças entre animais da mesma espécie que vivem em áreas separadas?, p. 4, nº 164.
- SANTOS, Francisco E. A. e Alejandro A. F. Duarte. Eletricidade limpa e renovável, p. 53, nº 163.
- SCHATZMAYR, Hermann. Como são formadas as verrugas?, p. 5, nº 167.
- SCHHEEL-YBERT, Rita. Os vegetais na vida dos sambaqueiros, p. 26, nº 165.
- SCHRAMM, Fermin R. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- SEMBA, Kazue e outros. Tempo de lembrar, p. 32, nº 168.
- SHYU, David J. Y. À espera do sábio jovial (Nobel de Literatura), p. 20, nº 167.
- SILVA, Jerson L. e outros. Nivaldo Inestrosa (entrevista). Novos rumos na luta contra o mal de Alzheimer, p. 8, nº 167.
- SOARES, Maria de M. e Diogo Meyer. Os animais e a escolha do parceiro para reprodução, p. 16, nº 166.
- SOBEL, Henry I. e outros. As promessas e os riscos, p. 28, nº 166.
- SOUTO, Cristina. Carga pesada, p. 64, nº 164.
- Com os pés na lama, p. 56, nº 166.
- Internet mais ágil e mais segura, p. 54, nº 165.
- Arma contra o mal de Chagas, p. 48, nº 168.
- Nova espécie de dinossauro, p. 58, nº 165.
- Novo vírus sob suspeita, p. 60, nº 167.
- Olha o passarinho!, p. 56, nº 167.
- Paraíso de ricos e pobres, p. 50, nº 166.
- Risco de vida no berço, p. 59, nº 164.
- SZKLO, Alexandre S. e Ricardo G. Oliveira. Incertezas e riscos da reforma do setor elétrico, p. 24, nº 168.
- TAVARES JR., Armando D. Por que, ao vermos dois textos na tela do computador, um em letras azuis e outros em letras vermelhas, o primeiro parece estar atrás do segundo?, p. 5, nº 164.
- VALADARES, Eduardo de C. Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações, p. 70, nº 168.
- VALDETARO, Luís Henrique. Em busca de novos medicamentos, p. 42, nº 168.
- VARGAS, Cláudia. O aprendizado vocal nos beija-flores, p. 18, nº 166.
- VAZ, Luiz Paulo R. Satélites têm luz própria ou apenas refletem a luz de estrelas próximas?, p. 4, nº 167.
- VELHO, Otávio. Mistura ou diferença: qual esperança na globalização e na crise?, p. 62, nº 166.
- VIEIRA, Cássio L. Michel Paty (entrevista). O século de Einstein, p. 8, nº 166.
- VIEIRA, Enio C. A fumaça de cigarro é mais nociva à saúde do que os gases lançados pelos veículos automotores?, p. 5, nº 168.
- Os ciclos de emagrecimento e engorda de alguns obesos são nocivos à saúde?, p. 5, nº 166.
- VIEIRA, Leda Q. e Jacques R. Nicoli. Probióticos, prebióticos e simbióticos: moduladores do ecossistema digestivo, p. 34, nº 163.
- WOEHL, Elza N. e Germano Woehl Jr. Pererecas protetoras da mata atlântica sob ameaça, p. 72, nº 164.
- WOEHL, Germano Woehl Jr. e Elza N. Woehl. Pererecas protetoras da mata atlântica sob ameaça, p. 72, nº 164.
- YBERT, Jean-Pierre. O que confere dureza ao grão de pólen?, p. 4, nº 166.
- YOSHIDA, Clara F. T. Quais as diferenças entre os tipos de hepatite?, p. 5, nº 165.
- ZATZ, Mayana. A importância dos estudos sobre o cromossomo 21, p. 13, nº 163.

Verme e não protozoário

Parabenizo-os pela excelente revista que é a CH. Mas o motivo que me levou a escrever é um erro publicado na matéria sobre o Projeto Genoma: o *Schistosoma mansoni* é um verme platelminto, não um protozoário.

ALEXANDRE S. CABRAL
SÃO PAULO, SP

O leitor está correto. Por descuido, o helminto S. mansoni foi lançado no mesmo grupo que reúne os causadores da leishmaniose, da doença de Chagas e da malária, estes, sim, protozoários.

A razão e a paixão

Não posso deixar de cumprimentar o professor Isaías Pessotti pela excelente resenha a respeito do livro *O outro lado da ciência*. Sua resenha levou-me a procurar o livro. O professor aborda o assunto com tal pertinência que atrevo-me a sugerir que escreva um livro sobre os conceitos que emitiu com tanta sensibilidade. É isso mesmo, professor: a razão sem paixão acaba nos levando a ocupar a posição de meros integrantes de um processo de globalização que certamente não nos tornará mais felizes.

ALOÍSIO JOSÉ ANTUNES
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS - CAMPINAS, SP

Mistérios da arqueologia

Sugiro mais textos sobre arqueologia, uma das ciências mais interessantes e importantes da humanidade. Seus mistérios darão grandes reportagens.

RANIELLI C. DE MACEDO
POR E-MAIL

A sugestão está anotada. Os mais recentes textos sobre esse tema publicados foram 'Povoamento das Américas: um debate sem fim',

de André Prous (artigo de capa de CH nº 149, em 1999) e 'A dor de dente na pré-história', de Claudia Rodrigues (em CH nº 140, em 1998).

Caminhos do oxigênio I

Sou assinante da CH há dois anos, mas leio a revista desde a época da minha graduação. Acho a revista melhor a cada número. Sou biólogo e acho que encontrei um erro no texto 'O gás que faz rir' (CH nº 163), onde é dito que o oxigênio "entra no organismo como gás oxigênio e sai como gás carbônico, ligado ao carbono". Na verdade, o gás carbônico é liberado no ciclo de Krebs, bem antes do uso do oxigênio pelas mitocôndrias. O artigo é muito interessante e esse detalhe não interfere em nada na sua qualidade.

PAULO CEZAR ESTRELLA JR.
POR E-MAIL

Agradecemos a atenção, e concordamos que a frase permite uma interpretação incorreta. O que o autor quis dizer é que o elemento oxigênio entra como gás oxigênio e, após participar de muitos processos metabólicos (faltou deixar isso claro), é liberado ligado ao carbono. Isso não significa que o oxigênio inspirado seja usado diretamente na formação do gás carbônico.

Caminhos do oxigênio II

Recebi com alegria meu primeiro exemplar de assinante da CH e infelizmente escrevo sobre um erro inadmissível em uma revista de tamanha credibilidade. (...) O texto 'O gás que faz rir' (...) diz que o oxigênio "entra no organismo como gás oxigênio e sai como gás carbônico". Mas o gás oxigênio que entra no organismo não se liga ao elemento carbono e sim ao hidrogênio, formando água. (...)

EDSON BOIA DO NASCIMENTO
POR E-MAIL

O 'erro' é comentado na resposta à carta anterior. Mas esclarecemos ainda que a CH não tem a pretensão de ser infalível e procura, sempre que julga necessário, publicar as correções dos erros cometidos.



Visão clara da universidade

Sou professor da Universidade Federal do Ceará e venho apresentar minhas felicitações ao professor Alfredo Bosi pelo excelente texto intitulado 'A importância da universidade pública' (CH nº 165). As informações sobre pesquisa científica, qualificação docente e gasto anual por aluno, no âmbito da universidade pública brasileira, são fundamentais para que a opinião pública tenha uma visão mais clara da realidade do nosso ensino superior. Não obstante, senti falta de uma menção especial ao fato de estarmos sendo vítimas de constante e pernicioso diminuição de verbas públicas por parte do Governo Federal.

WAGNER BANDEIRA ANDRIOLA
DOUTORANDO DO PROGRAMA DE
MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO,
DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO PARA A
QUALIDADE EDUCATIVA, DA UNIVER-
SIDADE COMPLUTENSE DE MADRI
MADRI, ESPANHA

Correção

O nome do pesquisador da Universidade Estadual de Campinas que participou do estudo relatado no texto 'O aprendizado vocal dos beija-flores' (CH nº 166) é Jacques Viellard (e não Veillard, como foi publicado).

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

E-MAIL:
chojered@sbpnet.org.br

A close-up photograph of two hands against a soft, light-colored background. The hand on the right is holding a yellow condom, with the tip of the condom pointing towards the other hand. The hand on the left is open, palm facing up, as if waiting to receive the condom. The lighting is warm and focused on the hands, creating a sense of intimacy and care.

Quem ama usa.

O grande desafio no combate à aids é deter seu avanço entre as mulheres. O crescimento da doença entre elas é três vezes maior que entre os homens. E o mais grave é que na maioria das vezes as mulheres pegam aids de parceiros ou maridos que não usam o preservativo.



**MINISTÉRIO
DA SAÚDE**

Não leve a aids para casa. Use camisinha.



**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil

ADIVINHA DE ONDE VÊM
30% DA ELETRICIDADE CONSUMIDA NO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO?



A **Usina Nuclear Angra 2** vai fornecer 30% da energia elétrica consumida no Estado do Rio de Janeiro, aumentando em 55% a sua capacidade instalada. O Brasil vai utilizar a tecnologia mais moderna do mundo em geração de eletricidade. E se você considerar que tudo isto é feito com 0% de poluição, vai entender porque nós estamos com 100% de orgulho.

www.eletronuclear.gov.br



ELETRONUCLEAR
ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A.

Eletróbrás
Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

**MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA**

**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil