

**O JOGO POLÍTICO DAS
VERBAS PÚBLICAS**

**'SUPERCIÊNCIA' TRAZ
NOVO DESAFIO ÉTICO**

**FAUNA SILVESTRE:
EXPLORAR
OU PRESERVAR**



**A ciência por trás do
DESCOBRIMENTO**



A PETROBRAS ESTÁ ENVOLVIDA NA CRIAÇÃO DE UM NOVO CENTRO CULTURAL. ELE TEM 8 MILHÕES



DE QUILÔMETROS QUADRADOS E CAPACIDADE PARA



MAIS DE 150 MILHÕES DE
PESSOAS. JÁ TEM ATÉ UM NOME:

BRASIL.



A cultura é a identidade de um país. Sabendo disso, a Petrobras investe na construção do patrimônio cultural brasileiro através do patrocínio de exposições, festivais de cinema, restaurações, projetos literários e musicais. É a Petrobras acreditando na cultura, uma das maiores riquezas que um país pode ter.



PETROBRAS

www.petrobras.com.br



Investimento em ciência permitiu **descobrimento**

Às vésperas da comemoração dos 500 anos da chegada dos portugueses ao Brasil, é oportuno lembrar que a conquista de novas terras só foi possível graças a uma série de avanços científicos e tecnológicos que permitiram a navegação oceânica por longas distâncias. Durante o século 15, os portugueses desenvolveram técnicas de construção naval e de navegação pioneiras, que os tornariam no século seguinte uma verdadeira potência global, com territórios e interesses comerciais em quatro continentes. O sucesso desse empreendimento mostra como um consistente plano de investimentos de longo prazo no conhecimento nacional autônomo pode ter retorno substancial para uma sociedade. No caso de Portugal, o projeto nacional executado durante todo o século 16 inaugurou o mundo moderno.

Avanços científicos recentes, como terapias genéticas, transplantes de órgãos, reprodução assistida e produtos transgênicos, estão suscitando a retomada do antigo debate sobre ética e os limites do conhecimento. Dessa vez, as questões levantadas dizem respeito à capacidade de o homem brincar de Deus, manipulando não apenas a matéria inanimada como a própria vida. Esses poderes antes impensáveis e, com eles, o surgimento de uma 'superciência' trazem preocupações bioéticas ainda mais dramáticas para o futuro.

Outra preocupação que surge a cada novo ano é o destino que será dado aos recursos do orçamento federal. Mais conhecidos pelas votações no Congresso e as investigações das CPIs, os parlamentares têm uma participação crucial na liberação de verbas para os estados e municípios que representam. *Ciência Hoje* mostra que esse trabalho 'invisível' de deputados e senadores pode revelar curiosidades – ou mesmo irregularidades – sobre o universo político nacional.

Ambientalistas, criadores de animais, caçadores e empresários polemizam, há pelo menos três décadas, sobre a possibilidade de a fauna silvestre brasileira ser considerada um produto rentável. Seria esse recurso capaz de gerar lucros, sem ameaçar a conservação das espécies? Um caso específico – o do jacaré-do-pantanal – ilustra bem o que provocou, e ainda provoca, a mudança da legislação nacional sobre o uso e conservação dos animais silvestres.

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 – Luiz Drude de Lacerda (Departamento de Geoquímica/UFF)
Ciências Exatas – Francisco Caruso (LAFEX/CBPF)
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

ARTE

Diretora de Arte
Programação Visual
Computação Gráfica

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE
Coordenador Científico
Correspondente

SÃO PAULO

Correspondente

REPRESENTAÇÕES

BRASÍLIA
Coordenadora Científica

SALVADOR

Coordenador Científico

PUBLICIDADE

Diretor Comercial
Supervisora de Operações
Contato Comercial

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA
PROJETO NORDESTE

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Pessoal de Apoio

ASSINATURAS

Gerente de Circulação
Assistente
Pessoal de Apoio

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

CIÊNCIA HOJE

Redação

Alicia Ivanisovich
Valquíria Daher
Ricardo Menandro
Micheline Nussenzveig
Ângela Góes, Bruno Magalhães, Leonardo Zanelli
e Rachel Ruiz Romano
Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Theresa Coelho e Irani Fuentes de Araújo

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

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

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

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

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

Ricardo Madeira (E-mail: rmadeira@dialdata.com.br)
Sandra Soares
Marcos Martins (E-mail: marconi2@dialdata.com.br)
End.: Rua Maria Antônia 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP.
Telefax: (011) 258-8963

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

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

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

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

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

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DE



Programa de Apoio à Publicações Científicas



**ATENDIMENTO AO
ASSINANTE E
NÚMEROS AVULSOS**

TEL.: 0800 264846

CH on-line:

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



A ciência dos descobrimentos 16

As conquistas marítimas portuguesas no século 15 — entre elas o descobrimento do Brasil — decorreram de um bem estruturado projeto nacional de expansão, para o qual foram essenciais a ampliação do conhecimento sobre a natureza e o desenvolvimento da tecnologia de navegação oceânica por longas distâncias.

Por Celso P. de Melo



A bioética e o progresso da ciência 24

Avanços científicos como terapias genéticas, reprodução assistida, transplantes de órgãos e produtos transgênicos, entre outros, parecem dar ao homem poderes antes impensáveis e levantam novas questões éticas sobre a produção e a aplicação da ciência.

Por Marcos Palatnik



A política invisível: liberação de verbas federais e representação política 32

Destinar recursos do orçamento federal para estados e municípios e empenhar-se para a liberação dessas verbas é um trabalho 'invisível' de deputados e senadores que pode revelar muito sobre o universo político.

Por Marcos Otavio Bezerra



Fauna silvestre: proteção demais atrapalha

O exemplo do jacaré-do-pantanal 36

A polêmica sobre a exploração da fauna silvestre brasileira envolve ambientalistas, caçadores, autoridades e empresários há décadas, especialmente após a legislação mais rígida adotada no final dos anos 60 — o que é bem ilustrado com o exemplo da exploração do jacaré-do-pantanal.

Por Guilherme Mourão



Capa: Monumento
Padrão dos descobrimentos.
Foto Erik Bach/Keystone

O LEITOR PERGUNTA

- Como se calcula a distância a que tem de ficar um satélite? 4
- Qual o efeito do cloro no organismo humano? 4
- O que é aurora austral? Qual sua relação com as miragens do deserto e a aurora boreal? 5
- A vacina contra a febre amarela não poderia aumentar os riscos de dengue hemorrágico nas pessoas? 5



ENTREVISTA

Geraldo Robson Mateus

Tudo se moverá



6

MUNDO DE CIÊNCIA

- O 22 já foi, só faltam 22 10



EM DIA

- À prova de apagões 41
- 500 anos de degradação 42
- Energia do futuro 46
- Bromélias da Serra do Brigadeiro 47
- Embaixadores da natureza em Porto Alegre 49
- Um mergulho nos Lençóis Maranhenses 52



OPINIÃO

- A empresa 'verde' no Brasil: mudança ou apropriação ideológica? 56



PRIMEIRA LINHA

- Radicais livres: 'vilões' ainda em estudo 60
- A riqueza ameaçada dos mangues 63
- Os relâmpagos no século 21 68



TECNOLOGIA

- Água potável via energia solar 72
- Escória de alto-forno vira cimento 75

RESENHA

- Muita audácia, pouco rigor 76



MEMÓRIA

- Pioneiro e revolucionário da pesquisa 78

CARTAS

80

? Como se calcula a distância a que tem de ficar um satélite em órbita estacionária sobre o Equador?

ORESTES MOREIRA DA SILVA, PORTO ALEGRE/RS

O movimento de satélites é regido pelas antigas leis do astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630). A terceira delas – lei harmônica – diz: “O quadrado dos períodos de revolução dos planetas em torno do Sol é proporcional ao cubo das suas distâncias médias ao Sol”. Essa lei, aplicada ao movimento de satélites artificiais terrestres, poderia ser assim descrita: “O quadrado do período da órbita do satélite em torno da Terra é proporcional ao cubo da sua distância ao centro da Terra”.



Em termos matemáticos, pode-se escrever essa lei aproximadamente como: $\omega^2 r^3 = GM$, onde ω é a velocidade (frequência) angular, r é a distância média do satélite ao centro da Terra, G a constante de gravitação universal e M a massa da Terra ($GM \sim 3.986 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$). A frequência ω relaciona-se com o período através de: $\omega = 2\pi/P$, onde π (pi) vale cerca de 3,14156 e P é o período da órbita. Portanto, chegamos à seguinte fórmula para calcular a distância r :

$$r = \sqrt[3]{GM \left(\frac{P}{2\pi} \right)^2}$$

Os satélites de comunicação têm que ficar ‘estacionados’ em relação ao Equador terrestre, por isso são também chamados satélites geoestacionários. Para que isso aconteça, a velocidade da órbita deve ser igual à velocidade de rotação da Terra (360 graus/dia) ou, em termos de período, a órbita deve durar 24 horas (86.400 segundos). Colocando os valores na fórmula chega-se a:

$$r = \sqrt[3]{3.986 \times 10^{14} \left(\frac{86.400}{2\pi} \right)^2} = 42.241.080 \text{ m}$$

Falta um último cálculo. Lembrando que r é a distância do satélite ao centro da Terra, falta subtrair o raio médio da Terra (6.378.160 m) para saber a distância d do satélite à superfície do planeta:

$$d = r - 6.378.160 = 35.862.920 \text{ m} \approx 36.000 \text{ km}$$

Helio Koiti Kuga

*Divisão de Mecânica Espacial e Controle,
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*

? Qual o efeito do cloro no organismo humano?

LEANDRO ISNARD, BELFORD ROXO/RJ

A reação do cloro com substâncias húmicas e fúlvicas resultantes da decomposição de material vegetal (isso pode ocorrer em rios completamente limpos, como no Rio Negro, no Amazonas) forma o clorofórmio e outros trihalometanos (THM). Os estudos disponíveis, desde 1976, sugerem que os THM podem ocasionar câncer. O tema tem sido seriamente estudado nos países desenvolvidos, mas, no Brasil, a maioria dos sistemas públicos de abastecimento não tem considerado essa e outras importantes questões. Tanto a Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos, como a Organização Mundial Saúde, têm fixado como limite máximo de $30 \mu\text{g/l}$ do total de THM na água para consumo humano. No Brasil, os padrões de qualidade da água para consumo humano são definidos pelo Ministério da Saúde através de portaria específica.

Ben Hur Lutenbarck

Conselho Científico da Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas

? O que é **aurora austral**? Qual a relação com as miragens do deserto e a aurora boreal?

EDUARDO NUNES CAVALCANTI, POR E-MAIL

A palavra 'aurora' tem, pelo menos, dois significados distintos: um é a claridade da iluminação solar indireta que precede o despontar do Sol no horizonte; o outro é o clarão com formas e cores variadas, observado no céu das regiões polares. A aurora austral refere-se ao segundo significado e representa o fenômeno observado em região próxima ao pólo Sul da Terra.

Aurora austral e aurora boreal consistem no mesmo fenômeno físico, apenas ocorrem na proximidade de pólos geográficos opostos. A Terra possui um campo magnético global. É a esse campo que as bússolas respondem. Por outro lado, o Sol emite partículas o tempo todo na forma de vento solar e mais intensamente durante as explosões solares. Ao se aproximarem da Terra, pelo fato de serem eletricamente carregadas, essas partículas se

deixam aprisionar no campo magnético da Terra como que em uma 'garrafa magnética'. Partículas provenientes de explosões solares podem ser canalizadas verticalmente em ambos os pólos magnéticos. Ao colidirem com átomos de oxigênio e moléculas de nitrogênio e oxigênio da atmosfera terrestre entre 100 km e 1.000 km de altitude, esses átomos e moléculas podem ser energizados. Mas, em seguida, eles se desfazem da energia adicional emitindo luz, fazendo as auroras apresentarem cortinas de várias cores e tons, agitadas pelo vento.

A ocorrência de auroras aumenta a cada 11 anos quando o Sol fica mais ativo, isto é, com mais manchas na sua superfície. As auroras também geram ondas de rádio que podem ser detectadas. Ocorrem também em outros planetas do Sistema Solar que tenham campo magnético.



As miragens de deserto consistem em fenômeno distinto das auroras. Quando há uma variação sensível da temperatura entre duas camadas de ar, estas atuam como uma superfície refletora da luz ou espelho que produz uma imagem invertida da paisagem. Quanto à influência da localização geográfica sobre o fenômeno, as auroras são observadas nas regiões polares porque os pólos magnéticos se encontram perto dos pólos geográficos.

Oscar Matsuura
Museu de Astronomia
e Ciências Afins/RJ

? A vacinação contra a **febre amarela** não poderia aumentar os riscos de dengue hemorrágico nas pessoas vacinadas?

CARLOS SCHMITD, BELO HORIZONTE/MG

A febre amarela e o dengue são causados por vírus diferentes, pertencentes à família dos flavivírus. Em ambas as doenças, a transmissão se dá a partir da picada de um mosquito (vetor de transmissão). Nas áreas florestais, o vetor de transmissão da febre amarela pertence aos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*; no ambiente urbano, é o mosquito *Aedes aegypti*, o mesmo vetor do dengue. Apesar dessas similaridades, a aplicação da vacina contra a febre amarela não predispõe os vacinados a desenvolver dengue hemorrágico, que só ocorre em virtude de reinfecções por vírus de sorotipos diferentes, em intervalo que varia de três meses a cinco anos.

Clelia M.S. de Souza Aranda

Divisão de Imunização, Secretaria de Saúde de São Paulo



CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

Geraldo Robson Mateus

Tudo se moverá



A tecnologia da comunicação sem fio, que permite enviar e receber informações eletrônicas a qualquer instante e em qualquer lugar do planeta, já foi desenvolvida, dependendo, para efetivar-se plenamente, da criação de uma infra-estrutura que já está sendo arquitetada e, em breve, estará à disposição dos usuários. Assim, um antropólogo em trabalho de campo na floresta amazônica poderá trocar mensagens ou arquivos de dados com um colega embrenhado num remoto vilarejo do Zimbábue, no sudeste africano, por intermédio de um minúsculo *palmtop* e de um telefone celular. Em

laboratórios de computação e telecomunicações de universidades e centros de pesquisa de várias partes do mundo, milhares de cientistas correm atrás de soluções que podem gerar bilhões de dólares num mercado extremamente competitivo. O Brasil tem feito a sua parte nesse agitado campo de batalha. Já vencido pelos países industrializados no que diz respeito ao desenvolvimento de *hardware*, tenta mostrar serviço no setor de *software*. Recentemente, profissionais do setor acadêmico e de empresas de informática e telecomunicações brasileiras sentaram-se lado a lado no I *Workshop* Nacional de Comunicação sem Fio, realizado na UFMG, em Belo Horizonte, para discutir avanços e incertezas na área. Segundo Geraldo Robson Mateus, professor titular do Departamento de Ciência da Computação e um dos organizadores do evento, o *workshop* permitiu mapear o que existe, o que se faz e o que se pretende fazer no país na área. Nesta entrevista, ele avalia a situação da pesquisa brasileira no âmbito da comunicação sem fio e reafirma sua crença de que na próxima década predominarão os ambientes de computação ubíquos. “Nada mais será fixo — nem usuários, nem infra-estrutura —, tudo se moverá.”

ENTREVISTA CONCEDIDA A ROBERTO BARROS DE CARVALHO (CIÊNCIA HOJE/MG)

Quais as principais conclusões do I Workshop Nacional de Comunicação sem Fio?

Embora as áreas de computação e telecomunicações tenham um enorme mercado no Brasil, a integração entre elas é tímida. O pessoal de telecomunicações está interessado em infra-estrutura de rede e o de computação volta-se para o desenvolvimento de *software*. A área de comunicação sem fio, cujo maior desafio é transformar as redes existentes em redes móveis, consegue unir muito bem os dois campos. A idéia do *workshop* era levantar os trabalhos brasileiros que tentam fazer essa ligação, colocando lado a lado gente do setor acadêmico e de empresas. Afinal elas detêm grande parte da tecnologia hoje disponível no mercado. A questão mais discutida no evento tem um caráter essencialmente futurista: que tipo de sistema irá predominar a curto prazo? Há basicamente duas gerações de sistemas celulares e estamos na iminência de uma terceira.

Que gerações são essas?

A primeira é a das comunicações analógicas; a segunda, a dos sistemas digitais. Nesta última predominam dois ambientes: TDMA (mais americano) e GSM (mais usado na Europa e Ásia). Na segunda geração há também o que se chama de CDMA, que tem muito futuro. Mas há variações. Algumas empresas transformaram o ambiente anterior, que era analógico, em ambiente digital. A disputa hoje se dá

Internet. O paradigma para os anos 90 e as próximas décadas é o que chamamos de computação móvel. Isso dá grande liberdade ao usuário de trabalhar em rede sem estar fisicamente conectado. Nos *notebooks* ou *palmtops*, pequenos computadores movidos a bateria, a parte elétrica já foi desconectada, faltando só desconectar a parte computacional. Já as redes de telecomunicações são muito fechadas. Todo o controle está centrado no provedor, e o usuário quase não tem liberdade de ação. Mas hoje elas começam a evoluir para sistemas abertos, oferecendo várias opções. Nesse contexto, a informática e as telecomunicações têm objetivos comuns e se movem em direção à era da convergência.

Que elementos estão na base dessa 'revolução'?

Sem dúvida, o desenvolvimento de *chips* cada vez mais modernos, com grande capacidade de memória, armazenamento e processamento de dados. Outro elemento igualmente marcante é a fibra óptica, empregada nas linhas de transmissão de dados.

Como vão as pesquisas em computação e telecomunicações no Brasil?

O Brasil não fica muito a dever aos países industrializados na área de computação. As pesquisas de *software* e os ambientes criados têm o mesmo padrão dos desenvolvidos nos Estados Unidos. Já a parte de *hardware* é toda importada. Podemos compe-

O Brasil não fica muito a dever aos países industrializados na área de computação. As pesquisas de *software* e os ambientes criados têm o mesmo padrão dos desenvolvidos nos Estados Unidos. Já a parte de *hardware* é toda importada

basicamente entre TDMA, especialmente o GSM, e o CDMA. A terceira geração deverá ser uma evolução disso tudo, integrando, além de ambientes, serviços como comunicação de dados multimídia, Internet, comércio eletrônico, em sistemas com altas taxas de transmissão.

O que é hoje do âmbito das telecomunicações e o que é da informática?

Não é simples separar, pois os limites são sutis. Mas do ponto de vista prático ainda há uma grande separação. A década de 1960 foi marcada pelos grandes computadores e a de 1970, pelo surgimento dos primeiros terminais. Nos anos 80 o marco foi o surgimento das redes, que acabaram viabilizando a

tir no setor de *software* porque o investimento é baixo e as pesquisas dependem mais das pessoas do que das máquinas. Na área de telecomunicações, o Brasil investia inicialmente no setor de *hardware*. Com o surgimento das centrais digitais, houve uma rápida evolução, acompanhando os avanços da computação. As dificuldades de competir aumentaram diante da agressividade das multinacionais do setor. As telecomunicações acabaram tendo entre nós o mesmo destino do setor de *hardware* na computação. O Brasil concentra-se hoje na produção de *software* não só para planejamento e projeto de rede, mas também para a central telefônica, que, passando a funcionar como um processador, requer o comando de *software*.



Em qual das duas áreas fazemos pesquisas mais avançadas?

A parte acadêmica da pesquisa em informática é mais significativa. Como ela está presente em todos os ramos produtivos hoje, tem-se um ambiente mais aberto, propício à criação. Não é o caso do setor das telecomunicações, que, muito estatizado, se fechou, reduzindo a capacidade de investimento. O desenvolvimento restringiu-se a poucos grupos, como o CPQD, de Campinas, e o Cetuc, da PUC-RJ. Nas empresas, a pesquisa não é significativa, pois sua meta básica é a prestação de serviço. Como

te, a vantagem para o usuário é que ele pode ser localizado em qualquer parte do mundo através de um mesmo número. Do lado das empresas, a vantagem do satélite é que ele dá uma cobertura muito ampla. A montagem de um esquema que permita a comunicação móvel em nível mundial demanda elevados investimentos, pois requer a articulação de diversos satélites, formando uma constelação. Mas como um satélite cobre áreas bem grandes da Terra, o serviço, dependendo do número de usuários, pode ser muito lucrativo para a empresa que decidir oferecê-lo.



Na comunicação por celular via satélite, a vantagem para o usuário é que ele pode ser localizado em qualquer parte do mundo através de um mesmo número. Do lado das empresas, a vantagem do satélite é que ele dá uma cobertura muito ampla

a sociedade começa a demandar ambientes cada vez mais abertos, as empresas de telecomunicações, que até agora prestavam basicamente serviço de voz, serão forçadas a oferecer inovações que atendam diferentes interesses. A situação vai mudar com o surgimento de opções paralelas: as tevês a cabo devem oferecer serviço de comunicação de dados e acesso à Internet, assim como o setor de energia, que também tem projeto de redes. Sem falar de outras empresas que podem estruturar-se para oferecer um tipo de serviço que outras não oferecem ou o fazem de modo menos competitivo. Esse tipo de abertura alavanca automaticamente a pesquisa.

A chegada da telefonia móvel já provocou mudanças no setor, não?

O ramo mais forte das telecomunicações hoje é o de celulares. A telefonia celular começa a separar-se dos grandes provedores, tornando-se independente. A expectativa é de que esse tipo de coisa comece a replicar-se e venhamos a ter um grande provedor de Internet ou um provedor que ofereça certos tipos de serviço. Teremos então um mercado de telecomunicações muito diversificado.

Que tipos de comunicação móvel temos hoje?

Telefonia celular, redes locais sem fio e comunicação via satélite, entre outras. As duas primeiras comumente não dependem de satélites, embora isso seja possível. Na comunicação por celular via satéli-

O uso de satélites na comunicação móvel tende a aumentar?

Sim, e a expectativa é de que vão surgir muitas constelações com satélites de baixa órbita. Embora os de órbita geoestacionária permitam uma cobertura maior da Terra, eles têm desvantagens quanto a consumo de energia e custo de lançamento. Além disso, como o tempo de comunicação Terra-satélite-Terra é maior em função da distância, o serviço pode ficar comprometido. Poderá haver problemas se muitos satélites de baixa órbita oferecerem serviço de comunicação. Nesse caso a comunicação entre duas pessoas por celular terá que ser feita por meio de um conjunto de satélites, o que demanda a definição da melhor rota a ser seguida. É por isso que o roteamento de mensagens via satélite está se tornando hoje um importante tema de pesquisa. A definição de rotas ótimas não é uma questão a se resolver apenas em terra; ela deve ser equacionada também no espaço.

O senhor falou em roteamento por via terrestre...

Trabalha-se muito hoje na criação de ferramentas que aplicam geoprocessamento e computação móvel. Isso exige uma visão global do ambiente, seja do relevo de uma região ou da parte interna de uma cidade, pois é preciso conhecer, por exemplo, as interferências do meio para identificar sinais em telefonia celular. Entre as várias aplicações que têm hoje, o geoprocessamento é usado para definir o trajeto que um veículo deve seguir para deslocar-se com

mais rapidez de um ponto a outro. Isso é particularmente útil para viaturas policiais e ambulâncias e, em breve, será explorado por motoristas de táxi, entregadores de pizza etc.

Que princípios norteiam a comunicação por celular e via satélite?

A idéia de célula norteia também o funcionamento de um satélite. Enquanto se move, ele cobre determinada região, uma célula. Mas há uma diferença fundamental. No ambiente terrestre, a estação é fixa e os usuários são móveis; na comunicação via satélite, os usuários são fixos e a estação é móvel. Como a altura do satélite é grande, a mobilidade do usuário é pouco significativa. Comparando com o que se passa na Terra, é como se as torres se movessem e as pessoas ficassem paradas. A comunicação móvel baseia-se em uma emissão de onda, que tem um amplo espectro de frequências. As rádios AM, por exemplo, usam uma frequência, as FM outra, a comunicação policial outra ainda. A comunicação interurbana trabalha com emissão de ondas de rádio, dentro de uma determinada faixa de frequência; já a telefonia celular trabalha na faixa de 800 a 900 megahertz, devendo operar também na faixa de 1.6-1.8 gigahertz. Para fazer a comunicação, toma-se uma faixa, que é dividida em várias frequências, caracterizando cada uma delas um canal. Cada canal serve um usuário, sendo necessário um canal de ida e outro de volta. Como o número de canais é limitado, a capacidade de atendimento também é limitada.

O que é preciso fazer para ampliar o número de canais?

O primeiro sistema adotado para telefones celulares é o AMPS, o antigo sistema analógico, que trabalha

pendentes. As empresas têm que respeitar as frequências para não interferir na banda usada pelo concorrente. Se a demanda for muito alta, diminui-se o tamanho da célula e aumenta-se o número de torres. A tendência hoje é termos células cada vez menores, as chamadas de picocélulas. Com os satélites acontece a mesma coisa. A tendência, nesse caso, é reduzir sua potência e aumentar as constelações.

No futuro o serviço de comunicação móvel tenderá a empregar células cada vez menores ou redes de satélites?

As duas partes deverão estar integradas. No âmbito da telefonia móvel, a mobilidade das torres é um avanço significativo. O princípio é de que não só o usuário mas também a estação se desloca. Vemos hoje estações móveis montadas sobre veículos terrestres ou aéreos e instaladas em áreas com alta demanda de comunicação celular. Já foram dados três passos no sentido da evolução da comunicação sem fio: a criação do elemento móvel para atender usuários em geral, a mobilidade da estação e recentemente o surgimento das redes *ad hoc*. Hoje, quando se usa o telefone celular, ele chama primeiro uma torre, que chama outra e assim sucessivamente até alcançar o usuário. Com as redes *ad hoc*, um elemento poderá comunicar-se diretamente com outro, sem passar por torres ou estações. Essas redes são muito úteis nas situações em que a estrutura fixa foi destruída devido a guerras, terremotos etc.

E o que falta para que esse novo princípio seja largamente empregado?

Isso só depende de evolução tecnológica. Em breve, nada mais será fixo, tudo se moverá. O processo de comunicação será o mesmo, baseado em faixas de frequência. Mas será preciso colocar inteligência na

Entre as várias aplicações que tem hoje, o geoprocessamento é usado para definir o trajeto que um veículo deve seguir para deslocar-se com mais rapidez de um ponto a outro. Isso é particularmente útil para viaturas policiais e ambulâncias



numa faixa disponível de aproximadamente 330 canais. Isso permitiria atender apenas cerca de 60 usuários de determinada região, com uma única torre. Para ampliar o número de usuários, as torres são replicadas em vários pontos, respeitando-se certas distâncias, e cada uma delas atende uma célula. Mas essas faixas são muito disputadas por empresas do setor, que trabalham em bandas diferentes e inde-

rede para que o usuário seja conectado onde quer que esteja. Sem a parte fixa da rede, fica mais difícil localizá-lo. E, ao buscá-lo, gastam-se canais que poderiam ser usados por outros usuários. Resolver esse problema, que envolve apenas voz, não é algo trivial. Imagine então com a comunicação de dados! Como disse, a base da comunicação móvel se manterá. O que vai mudar são os sistemas. O AMPS ti- ▶

nha um certo número de canais. Mas já existem outros com um número de canais muito maior. A evolução do sistema analógico para o digital já trouxe, portanto, vantagens. No futuro, quando tivermos estreita integração entre a comunicação por terra e por satélite, diferentes empresas estarão oferecendo serviços tanto de voz como de comunicação de dados. Mesmo as atuais empresas de telefonia fixa poderão oferecer serviço de comunicação por celular, assim como as tevês a cabo etc. A partir de 2002 todas as empresas poderão oferecer qualquer tipo de serviço, em qualquer lugar do Brasil.

Quando teremos dois laptops ou palmtops se comunicando sem fio?

Diferentemente do celular, com laptops e palmtops o problema é mais complexo. Para transferir um arquivo, por exemplo, depende-se de canal disponível e de sua capacidade. Se as bandas forem muito baixas na rede, os usuários estarão competindo. Dependendo do que se quer transferir, precisa-se de um mínimo de banda disponível. É aceitável, na remessa de imagens, uma perda de qualidade de 50%? No caso da rede sem fio, as bandas e as velocidades são ainda menores do que na rede fixa. O

link de comunicação está sujeito a mais interferências do que na comunicação via cabo. Há problema com relação à qualidade do dado e da conexão. São esses os gargalos, e a tendência é que eles sejam vencidos em pouco tempo. O que facilita a comunicação entre dois computadores em rede é o que chamamos de protocolo, e os protocolos para redes sem fio ainda não estão definidos. Além disso não vemos sinais evidentes de avanço na tecnologia de baterias, básicas para o funcionamento de laptops e palmtops. Temos hoje um sistema operacional que cuida de todas as redes fixas, como Windows ou Unix. Que sistema operacional deverá comandar uma rede sem fio?

É possível prever quando esse serviço estará tão popularizado como o telefone celular?

Já está disponível no mercado um modelo de celular capaz de enviar e receber mensagens e informações. Ele funciona não só como telefone, mas também como pager e terminal de acesso. Para isso basta conectá-lo ao computador. Após a melhora do serviço de telefonia celular, a tecnologia estará voltada para a oferta de serviço de dados. Isso certamente vai ocorrer nos próximos anos.



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.

REGIONAIS: **Acre** (Reginaldo F. Castela). CP 491. CEP 69908-970, Rio Branco/AC. Tel.: (068) 229-2244 r. 127. aspf96@mdnet.com.br; **Amazonas** (Vandick da Silva Batista). Rua Nelson Batista Sales, 54 Conj. Petro Coroadó III. CEP 69083-120, Manaus/AM. Tel.: (092) 644-2802. sbpc@fua.br/vandick@cr-am.rnp.br; **Bahia** (Caio Mário Castro de Castilho). Rua Cristiano Ottoni, 26/801. CEP 40210-155, Salvador/BA. Tel.: (071) 247-2033. caio@ufba.br; **Ceará** (Tarcísio Haroldo Pequeno). Bloco 910 - Campus do PICI, Depto. de Computação. CEP 60455-760, Fortaleza/CE. Tel.: (085) 219-3190 e (085) 983-4419; **Distrito Federal** (Danilo Nolasco Cortes Marinho). UnB, Colina, Bloco J/ap. 303, Campus Universitário. CEP 70910-900, Brasília/DF. Tel.: (061) 348-2389. nolasco@unb.br; **Espírito Santo** (Luiz Carlos Schenberg). Av. N. Sra. da Penha, 2.432/605 NG - CEP 2.9040-402, Vitória/ES. Tel.: (027) 335-7332. schenberg@tropical.com.br; **Goiás** (Romão da Cunha Nunes). Depto. de Produção Animal - Esc. Veterinária - UFG. CEP 74001-970, Goiânia/GO. Tel.: (062) 821.1592; **Maranhão** (Luiz Alves Ferreira). Pça. da Madre Deus, 2 - Depto. Patologia - UFMA - Pavilhão Pedagógico. CEP 65025-560, São Luís/MA. Tel.: (098) 232.3837. luizferreira@elo.com.br; **Mato Grosso** (Miramy Macedo). R. Antonio Maria, 444, Centro. CEP 78020-820, Cuiabá/MT. Tel.: (065) 315.8268. miramy@nutecnet.com.br; **Mato Grosso do Sul** (Odilcar Costa Rondon). CCET - CP 549. CEP 79070-900, Campo Grande/MS. Tel.: (067) 787-2124. **Minas Gerais** (Janetti Nogueira de Francischi). Av. Antonio Carlos, 6.627, Campus da Pampulha, CEP 31270-910, Belo Horizonte/MG. Tels.: (031) 499.2533/2722/2705. e-mail: sbpc@mono.icb.ufmg.br; **Paraíba** (Elizabete Cristina de Araújo). R. Nilda de Queiroz Neves, 130, Bela Vista. CEP 58108-670, Campina Grande/PB. Tel.: (083) 341.2553. mario@dee.ufpb.br; **Paraná** (Euclides Fontoura da Silva Junior) - CP 19071. CEP 81531-990, Curitiba/PR. Tel.: (041) 366.3144 - R. 232. efontour@garoupa.bio.ufpr.br; **Pernambuco** (José Antonio A. da Silva). Rua Quipapa, 537. CEP 50800-080, Recife/PE. Tel.: (081) 441.4577 r. 423. aleixo@elogica.com.br; **Rio de Janeiro** (Adauto José Gonçalves de Araújo). Rua Leopoldo Bulhões, 1.480 - 3º andar, Manguinhos. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel.: (021) 590.3789 - r. 2.087. adauto@ensp.fiocruz.br; **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Souza Moreira). CP 1511. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel.: (084) 215.3409. Imoreira@cb.ufrr.br; **Rio Grande do Sul** (Carlos Alexandre Neto). UFRGS - Bioquímica, Campus Universitário. CEP 90046-900, Porto Alegre/RS. Tel.: (051) 316.5577. alexneto@vortex.ufrgs.br; **Rondônia** (Célio José Borges). R. P. Agostinho, casa 13, quadra 20, Conj. Santo Antônio, CP 460. CEP 78904-420, Porto Velho/RO. Tel.: (069) 216.8558; **Santa Catarina** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86 - apt. 601 F. CEP 88015-300, Florianópolis/SC. Tel.: (048) 331.9588. sbpcsc@cfh.ufsc.br; **São Paulo** subárea 1 (Marília Cardoso Smith). R. Baltazar da Veiga, 501, apt. 12. CEP 04510-001, São Paulo/SP. Tel.: (011) 576-4260. macsmith.mor@epm.br; subárea 2 (Dêrtia Villalba Freire-Maia). R. Vitória Régia, 180, V. dos Médicos. CEP 18607-070, Botucatu/SP. Tel.: (014) 822.0461. dfm@mandic.com.br; subárea 3 (Maria Ines Tiraboschi Ferro). Av. José Adriano A. Martins, 210. CEP 14870-000, Jaboticabal/SP. Tel.: (016) 323.2500. mitferro@fcav.unesp.br; **Sergipe** (Antônio Ponciano Bezerra). Av. Francisco Moreira, 650/103 - Edif. Port Spain. CEP 49020-120, Aracaju/SE. Tel.: (079) 241.2848.

SECCIONAIS: **Maringá** (Paulo César de Freitas Mathias). Depto. de Biologia e Genética, Av. Colombo, 3.690. CEP 87020-900, Maringá/PR. Tel.: (044) 261.4040. pmathias@uem.br; **Pelotas** (Fernando Irajá Felix Carvalho). R. Barão de Butuí, 281/601. CEP 96010-330, Pelotas/RS. Tel.: (0532) 75-7262. barbieri@ufpel.tche.br; **Rio Grande** (Sírio Lopez Velasco). Av. Tramandá, 2.468, Cassino. CEP 96207-330, Rio Grande/RS. Tel.: (0532) 30-1400. dercsirio@super.furg.br; **Santa Maria** (Miguel Pedro Guerra). R. Rui Barbosa, 86/601, fundos. CEP 88015-300, Santa Maria/RS. Tel.: (055) 220-8737. eduterra@ce.ufsm.br; **Santos** (Cláudio Rocha Brito). R. Dr. Epitácio Pessoa, 248/33. CEP 11045-300, Santos/SP. Tel.: (013) 250-5555 r. 808. cdrbrito@unisantos.com.br



O 22 já foi, só faltam 22

O conhecimento de toda a sequência dos genes humanos, objetivo do Projeto Genoma, será de inestimável importância para diversas áreas da ciência, em especial a medicina. O primeiro grande passo nesse sentido foi anunciado por uma equipe internacional de pesquisadores na revista **Nature** (v. 402, p. 489): o seqüenciamento completo do cromossomo 22, um dos 23 'pacotes' de genes em que o DNA da espécie humana se divide dentro das células.

O primeiro dos 23 volumes do enorme dicionário que reunirá toda a informação genética do *Homo sapiens* já está pronto. O resultado inaugural do Projeto Genoma, que pretende identificar todos os genes humanos, foi anunciado em dezembro do ano passado: o seqüenciamento completo do cromossomo 22. Esse resultado foi obtido por uma grande equipe (217 pesquisadores de nove laboratórios da Inglaterra, Japão, Estados Unidos, Canadá e Suécia), coordenada pelo geneticista Ian Dunham, do Sanger Centre, de Cambridge (Inglaterra).

Por que tanta gente? Mesmo sendo o segundo menor, entre os 23 cromossomos presentes nas células humanas, o cromossomo 22 apresenta cerca de 33,4 milhões de pares de bases (1,1% do genoma total). As bases – adenina, guanina, timina e citosina – são as unidades da sequência genética. A tarefa, portanto, manteve todos os colaboradores bem ocupados. Os resultados revelaram que há com certeza 545 genes no cromossomo 22, número que pode aumentar para 1.000 quando for

realizada uma análise mais detalhada. Os 545 genes ocupam 13 milhões de bases (13 Mb), representando 39% da sequência total do cromossomo 22, o que o classifica como um cromossomo rico em genes. As seqüências que ocupam os 61% restantes não codificam proteínas ou RNA.

Admitindo que a distribuição dos genes é semelhante nos demais cromossomos, os pesquisadores calcularam que o genoma humano conterà, no total, cerca de 61 mil genes. As primeiras estimativas chegavam a 100 mil genes. O número mais correto será conhecido em breve, pois, em função dos avanços tecnológicos, estima-se que o seqüenciamento completo de todos os cromossomos estará concluído em 2003. A sequência do cromossomo 22 é de domínio público e está disponível na Internet, nos seguintes sites: www.sanger.ac.uk/HGP/Chr22 e www.genome.ou.edu/Chr22.html.

Mesmo com um longo caminho a percorrer, geneticistas e médicos já dispõem de um vasto acervo de informações. Alguns cânceres,

certas anomalias congênitas (como a ataxia espino-cerebelar, que provoca incapacidade de coordenação motora) e até a susceptibilidade para esquizofrenia já foram associadas, em estudos científicos, a alterações no cromossomo 22. A comparação de seqüências específicas desse cromossomo, extraídas de indivíduos sob suspeita de portar anomalias genéticas, com o 'padrão de referência' agora obtido permitirá investigar essa associação – caso ela se confirme, será possível o diagnóstico precoce e o prognóstico das anomalias que poderão afetar mais tarde certos indivíduos. Quando a técnica permitir, será realizada a correção do defeito.

A estratégia escolhida para seqüenciar o cromossomo 22 foi a de isolar trechos do DNA e clonar cada um em bactérias, gerando 'cromossomos artificiais'. Cada clone, contendo fragmentos de 40 mil a 400 mil pares de bases, foi então seqüenciado. O problema seguinte foi reunir de forma coerente as seqüências obtidas. Para montar esse quebra-cabeças foi preciso reconhecer as

regiões de sobreposição (nas quais as seqüências se repetem). Tais regiões compartilhadas, conhecidas como 'sítios de seqüências etiquetadas', foram determinadas através da técnica denominada reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês). Apesar do grande sucesso, existem ainda 11 falhas (gaps) de tamanhos variados nas seqüências do cromossomo 22, mas nenhum dos 'buracos' atinge mais do que 150 mil pares de bases. Espera-se que essas falhas sejam resolvidas em futuro próximo.

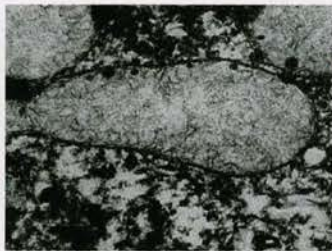
O que significa esse importante marco? Os próprios editores da revista *Nature*, comentando o trabalho, admitem que, no momento, não muito. Mas lembram que não é possível julgar um livro lendo apenas um capítulo. Além disso, com o crescente aperfeiçoamento do equipamento e a automatização resultante, a obtenção dos dados deixou de representar grande investimento intelectual. Seja qual for o cromossomo a ser seqüenciado, prevalece uma rotina laboratorial que cada vez mais independe do pesquisador.

O maior benefício virá no final: o uso que se fará do 'dicionário' completo. Mal comparando, um recenseamento é extremamente importante e útil para que um país possa traçar suas maiores metas, mas ninguém discute que a coleta dos dados é tediosa e inglória. Como obra de referência definitiva, o Projeto Genoma será de extrema e inquestionável utilidade, pois servirá não só aos médicos, como também aos evolucionistas e outros desbravadores que talvez algum dia compreenderão de que modo a vida organizou-se e perpetuou-se.

Franklin D. Rumjanek
Departamento
de Bioquímica Médica,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

BIOLOGIA CELULAR

DESTRUIÇÃO DE MITOCÔNDRIAS NA FERTILIZAÇÃO



Os cientistas Gerald Schatten e Peter Sutovsky, da Universidade de Ciências Médicas de Oregon (EUA), descobriram que as mitocôndrias (organelas responsáveis pela produção de energia das células) de espermatozoides são destruídas após fertilizarem os óvulos. Isso explica por que os mamíferos só herdam o DNA das mitocôndrias do lado materno, fato usado pelos geneticistas, desde longa data, em estudos sobre evolução humana. Os pesquisadores observaram que as mi-

tocôndrias do espermatozóide contêm uma proteína chamada ubiquitina, usada pelas células para marcar organelas que serão destruídas. Verificaram ainda que a injeção de anticorpos bloqueadores da ubiquitina em óvulos fertilizados leva à sobrevivência das mitocôndrias paternas, o que tende a produzir embriões defeituosos.

Science News, 1/1/00

EVOLUÇÃO

BORBOLETAS OUVEM ULTRA-SONS

Os biólogos Jayne Yack, da Universidade Carleton, e James Fullard, da Universidade de Toronto, ambas no Canadá, descobriram que borboletas de um grupo que tenha atividade noturna, da superfamília Hedyloidea, possuem em suas asas ouvidos sensíveis a ultra-sons. Os pesquisadores acreditam que a audição ultra-sônica dessas borboletas resultou da seleção natural para protegê-las dos morcegos. Esses predadores noturnos emitem ultra-sons para localizar insetos por um sistema análogo ao radar. Con-

firmação experimental dessa hipótese foi obtida expondo as borboletas a pulsos de ultra-sons, que provocaram reações rápidas de evasão. Os cientistas também sugerem que as borboletas evoluíram a partir de mariposas noturnas, adquirindo hábitos diurnos para escapar aos morcegos.

Nature, 20/1/00



QUÍMICA

COMPUTAÇÃO COM DNA

Moléculas de DNA, dispostas sobre uma superfície de ouro, foram utilizadas por Qinghua Liu e colaboradores dos Departamentos de Química e de Ciências da Computação da Universidade de Wisconsin (EUA) para resolver um problema de computação inabordável pelos métodos usuais. Computadores de DNA usam nucleotídeos (elementos que compõem a molécula de DNA) como memória, e técnicas de DNA recombinantes como operações de computação. As vantagens sobre computadores comuns são a memória de quatro elementos (A, C, G, T) em lugar da binária e a computação em paralelo. Isso permite tratar problemas cuja resolução por métodos tradicionais exigiria um tempo demasiado longo. As técnicas empregadas baseiam-se em química de superfície, na eliminação de seqüências de DNA que não satisfazem as condições exigidas, no emparelhamento das bases (A-T, C-G) e no emprego da técnica PCR (reação em cadeia da polimerase) para ampliar a resposta.

Nature, 13/1/00

FARMACOLOGIA

ANTIBIÓTICOS INTELIGENTES

Shahriar Mobashery e colaboradores, da Wayne State University, do estado de Michigan (EUA), estão desenvolvendo técnicas para resolver o problema da resistência das bactérias aos antibióticos. Um primeiro método foi a adição de um componente sensível à luz ao antibiótico cefalosporina. Após algumas horas de exposição aos raios ultravioleta do Sol, o componente sensível à luz se solta e o resto da molécula se quebra, perdendo a atividade como antibiótico. Isso impede que a droga não utilizada e eliminada acabe contaminando o meio ambiente (especialmente a água dos rios), selecionando as bactérias resistentes. Os cientistas também criaram um derivado do antibiótico kanamicina, que se disfarça para atacar as bactérias. Normalmente, as bactérias inativam a kanamicina agregando-lhe um fosfato. A nova versão criada pelos cientistas aceita o fosfato, tornando-a aparentemente inofensiva para as bactérias, mas descarta o fosfato no momento de atacá-las.

Science News, 1/1/00

NEUROBIOLOGIA

MODELOS INTERNOS NO CÉREBRO

Pela primeira vez, cientistas de várias instituições do Japão, liderados por Hiroshi Imamizu, demonstraram experimentalmente a formação de modelos internos no cérebro durante o processo de aprendizagem e reconhecimento de objetos. Do mesmo modo que as regiões mais antigas do cérebro (do ponto de vista da evolução) formam modelos na aquisição de habilidades motoras, o aprendizado de uma nova técnica cria um modelo na região mais nova do cerebelo. Assim, para movimentar a mão, o cérebro gera uma instrução que comanda o movimento. A informação visual durante sua realização volta ao cérebro para ser confrontada com a instrução contida no modelo, gerando eventuais sinais de erro e correções. Os pesquisadores usaram varredura com ressonância magnética nuclear do cerebelo de pessoas que estavam aprendendo a utilizar um novo *mouse* de um computador, identificando a formação do modelo interno durante o aprendizado com o incremento do fluxo sanguíneo local no cerebelo.

Nature, 13/1/00

D Vestígios do maior dinossauro até hoje conhecido foram descobertos na região desértica de La Buitrera, na Patagônia (Argentina). Estima-se que o herbívoro media cerca de 50 m de comprimento, 15 m de altura (equivalente a um edifício de cinco andares) e pesava cerca de 88 toneladas.

D Genetistas do Instituto de Pesquisas Genômicas, em Rockville, e da Universidade da Carolina do Norte (EUA) estudaram as menores bactérias conhecidas, chamadas micoplasma, com cerca de 500 genes. A partir daí, estimaram que o número mínimo de genes necessário para um organismo vivo é de 265 a 350. Este é um resultado básico para as tentativas de criação da vida em laboratório.

São esperados para este ano: o genoma completo da drosófila; uma versão preliminar do genoma humano (este mês); a estrutura molecular em alta resolução cristalográfica de uma das duas subunidades do ribossomo (partícula que catalisa a síntese das proteínas) e a estrutura do poro nuclear, que permite a migração de moléculas para dentro e para fora do núcleo das células.

D Cientistas da Universidade do Sul de Illinois (EUA) descobriram que partículas de um composto de óxido de cobre supercondutor, suspensas em nitrogênio líquido, quando submetidas a um campo elétrico intenso, agregam-se em uma bola extremamente robusta com cerca de 0,25 mm de diâmetro, indicando a existência de um novo tipo de tensão superficial relacionada com a supercondutividade.

D Pesquisadores da Universidade de Wisconsin (EUA) estudaram o comprimento do bico em 166 espécies de beija-flores, relacionando-o ao sexo, à cor da plumagem e a aspectos de comportamento. Concluíram que bicos mais curtos estão associados a características dominantes, o que explica por que os pássaros com esses bicos sugam primeiro o néctar das flores, deixando os restos para os de bico mais longo.

O Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST), em Boulder (EUA), adotou um relógio de fonte atômica como novo padrão primário de tempo. Chamado NIST F-1, o padrão usa átomos de césio resfriados por *laser* e lançados para cima como uma fonte, atingindo 1 m de altura. A medida do tempo de subida e descida dos átomos é usada como padrão, com erro máximo de 1 segundo em 20 milhões de anos.

D Imagens enviadas pelo observatório de raios X Chandra, em órbita terrestre desde julho de 1999, mostram que o número de buracos negros supermassivos no núcleo de galáxias é muito maior do que o revelado pelas observações feitas com luz visível.

MICHELINE NUSSENZVEIG • *Ciência Hoje/RJ*

Quer conhecer os limites da realidade? Leia e



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



Troque uma idéia com ela



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

ciênciahoje

Aventure-se no conhecimento

Ciência Hoje na escola

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

Patrocínio



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



NOVO!

NOVO!

es da ficção científica e assine Ciência Hoje.



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

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

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

Ligue grátis:
0800-264846
e dê o código CH65

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

Um tema pouco discutido na celebração dos 500 anos da chegada do homem europeu às terras brasileiras é o papel da ciência na epopéia dos descobrimentos. Na verdade, Portugal descobriu novas terras e tornou-se, no século 16, a primeira potência global, com territórios e interesses comerciais nos quatro continentes, graças a um consistente e metodicamente executado projeto nacional de expansão ultramarina. Essenciais para esse projeto foram os esforços prévios de ampliação do conhecimento sobre a natureza e os avanços tecnológicos que permitiram a navegação oceânica por longas distâncias. Tais iniciativas constituíram uma ruptura com o mundo medieval, representando um anúncio prematuro, no século 15 e na península ibérica, dos primórdios do Renascimento.

**BRASIL
500**

Celso P. de Melo

Departamento de Física,
Universidade Federal de Pernambuco

A ciência do

A partir do início do século 15, Portugal embarcou em um projeto nacional de exploração da costa atlântica ao norte da África, capitaneado pelo quinto filho do rei D. João I, o infante D. Henrique (1394-1460) (figura 1). O plano inicial evoluiu para uma meta mais ambiciosa, a circunavegação do continente africano, que permitiria chegar às Índias, terra das especiarias, por mar. As especiarias – pimenta, canela e outras – tinham alto preço na Europa porque permitiam conservar alimentos como a carne e disfarçar o gosto se a comida já estivesse se deteriorando.

O controle do comércio desses cobiçados produtos tinha, portanto, elevado va-



Figura 1. O Infante D. Henrique (em detalhe dos painéis de S. Vicente, exibidos no Museu Nacional de Arte Antiga em Lisboa, Portugal) iniciou, com a 'escola de Sagres', o projeto que levou às grandes navegações portuguesas



lor estratégico. Tal comércio, a partir das áreas de produção nas ilhas do oceano Índico e nas costas da Índia e regiões vizinhas, era dominado há séculos por mercadores árabes, que traziam as especiarias, pelo mar Vermelho, até o litoral do Egito, de onde seguiam em caravanas terrestres até o Cairo. Nessa cidade, os venezianos – únicos cristãos autorizados pelo Papa a negociar com os muçulmanos – adquiriam as mercadorias, encarregando-se de sua distribuição na Europa.

Ao mesmo tempo, o bloqueio muçulmano do acesso às terras da Palestina e do caminho terrestre para as Índias reforçou a idéia de D. Henrique de atingir por mar o mítico reino cristão de Preste João. Segundo relatos de viajantes, esse reino estaria isolado, sem acesso pela costa norte da África, ocupada pelos árabes. Uma possível aliança com esse rei cristão reforçaria a liderança de Portugal na Europa como promotor da expansão do catolicismo, o que traria benefícios econômicos.

Essa divisão do mundo entre fiéis (os cristãos) e infiéis (os árabes) confundiu o navegador Vasco da Gama (1460-1524) e seus tripulantes ao chegarem à Índia, em 1498. Incapazes de entender uma civilização avançada que não se encaixasse nesses dois

modelos, eles pensaram ter chegado às terras de Preste João, vendo a religião hindu como uma variedade de seita cristã. Ironicamente, a essa altura um emissário já alcançara o verdadeiro reino de Preste João, na atual Etiópia. Retido pelo soberano local, só muitos anos mais tarde ele faria contato com navegadores portugueses que chegaram até lá, através do mar Vermelho.

A fase inicial da expansão

Durante várias décadas, D. Henrique reuniu em torno de si, e dos sábios que atraiu para esse esforço, o que havia de mais avançado no conhecimento europeu em termos de cartografia, técnicas de navegação e construção naval. Apesar de ser conhecido como 'o navegador', o Infante esteve no mar apenas para cruzar o Mediterrâneo na expedição de conquista de Ceuta, cidade árabe no norte da África. A partir de Ceuta, lugar da primeira presença européia na África desde a expansão muçulmana na Sicília e na península ibérica, os portugueses esperavam dominar as rotas de comércio marítimo com o continente africano.

A escola de Sagres

A escola de Sagres não foi uma entidade formal de ensino e treinamento, e sim uma 'escola' de pensamento e ação. Em seu castelo, e sob o lema "O talento do bem-fazer", D. Henrique reuniu cartógrafos e matemáticos para desenvolver as técnicas astronômicas que permitiriam a navegação oceânica. Ao mesmo tempo, nos estaleiros de Lagos, centenas de homens dedicavam-se à construção naval, usando técnicas cada vez mais aperfeiçoadas de escolha e preparo de madeiras para as diversas partes dos navios (figura 2) e de vedação e selagem dos cascos.

A cada expedição na costa africana, as informações coletadas serviam para aprimorar mapas, técnicas de navegação e o desenho dos navios. O Infante, para quem o conhecimento era a fonte "de onde emerge todo o bem", mantinha o título de 'protetor' da Universidade de Lisboa e patrocinava cátedras de ciências. Agindo contra o costume da época, mostrava tolerância para com outros credos e raças, ao escolher seus colaboradores prioritariamente por seu conhecimento. Com isso, atraiu para seu esforço vários sábios judeus, que sofriam menos restrições que os cristãos para viajar e obter informações no mundo árabe. D. Henrique morreu em 1460, sem ver a África circunavegada (o que só ocorreria em 1492), mas teve em vida o reconhecimento internacional por seus feitos.

Figura 2. Para construir os navios, os artesãos portugueses seguiam estritas recomendações técnicas quanto ao tipo de madeira, época de corte apropriada e tratamento das peças antes do uso



O príncipe ganhou seu 'título' por ter comandado a primeira e decisiva fase da expansão portuguesa (ver 'A escola de Sagres'). A exploração e o mapeamento da costa ocidental da África exigiu de início enfrentar e estudar as correntes e os ventos

oceânicos. Navegar pelo Atlântico – o então 'mar tenebroso' – significava desafiar o desconhecido. Lendas antigas falavam de uma tórrida e inóspita região mais ao sul, onde o mar se transformava em vasto lamaçal, prendendo os navios.

A barreira, mais psicológica que real, do cabo Bojador (no Saara Ocidental) levou mais de 10 anos para ser vencida (em 1434). Daí em diante, toda a costa ocidental da África foi explorada. O cabo da Boa Esperança só foi contornado em 1488, por Bartolomeu Dias (C.1450-1500). Após ser levado, por tempestades, para uma região de mar calmo a oeste, ele seguiu os ventos e ultrapassou sem notar o ponto mais ao sul do continente africano. Por acidente, havia descoberto a 'volta do mar' (o contorno do então cabo das Tormentas por uma rota em semicírculo pelo Atlântico sul), manobra depois aperfeiçoada por Vasco da Gama.

A partir do século 16 a 'volta do mar' tornou-se um trecho essencial da linha regular de comunicação entre Portugal e suas possessões asiáticas. A chegada de Pedro Álvares Cabral (C.1467-1520) às terras brasileiras surge assim como uma consequência natural de ter seguido as instruções que recebeu de Vasco da Gama antes de partir para sua viagem, mais de conquista que de exploração, das terras das Índias recém-descobertas pelos portugueses.

A influência de Marco Pólo

No planejamento da expansão marítima, uma estratégia de D. Henrique foi a de previamente recolher o máximo de informações disponíveis sobre o comércio no Extremo Oriente. Para isso, seu irmão D. Pedro percorreu por terra, entre 1419 e 1428, diversos países da Europa, coletando junto a viajantes e sábios estrangeiros dados sobre as terras do Oriente e do norte africano. Duas informações tiveram especial relevância para o projeto português de circunavegação da África. O 'mapa catalão', elaborado por Abraão Cresques em 1375, revelava um rico comércio por terra ao sul do Saara e ainda sugeria a possível localização do reino de Preste João. Já o diário de viagem de Marco Pólo indicava a existência de ricas terras no Oriente. Embora não se possa fazer uma inferência direta, a descrição de Marco Pólo dos barcos de junco chineses, com vários mastros e só um leme na popa, pode ter influenciado a evolução da arquitetura naval portuguesa: tais avanços foram logo incorporados às versões mais modernas das caravelas.



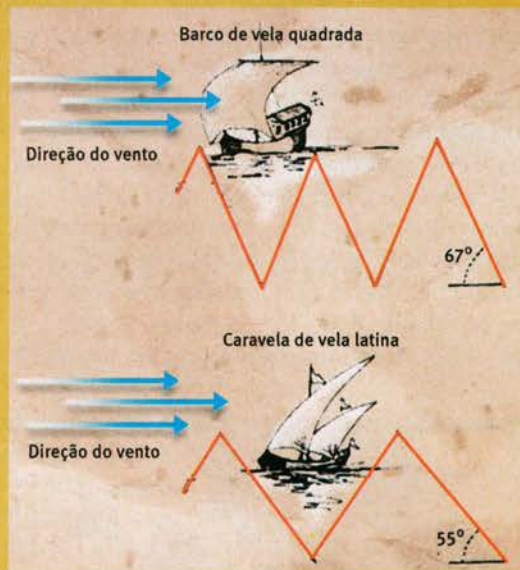
A caravela e a vela latina

Durante séculos, a navegação costeira foi dominante no Mediterrâneo, o *mare nostrum* dos romanos. Cruzá-lo era uma aventura incerta, que dependia da experiência da tripulação. Para a conquista de Ceuta, no lado africano do estreito de Gibraltar, os pilotos portugueses tiveram que aplicar noções básicas de trigonometria para manter o rumo correto, já que a travessia era feita 'à bolina' (em ziguezague), por causa dos ventos contrários. O controle da rota tornou-se mais importante na exploração da costa atlântica da África, que exigiu ainda barcos com autonomia para viagens longas em mar alto e capazes de navegar em águas rasas na área litorânea. Para isso, D. Henrique mandou construir uma embarcação de menor calado e dotada de velas triangulares (velas latinas), adaptada de barcos portugueses e tunisianos.

Surgia a caravela (figura 3). O uso da vela latina permitiu navegar 'contra o vento' com um ângulo de 55° em relação ao rumo decidido – antes, com velas quadradas, o ângulo era de 67° (figura 4). A diferença de 12 graus representava uma economia de semanas, ou até meses, para trajetos oceânicos de longo curso.

Figura 3. Réplica de uma caravela do tempo dos descobrimentos, exibindo nas velas a cruz da Ordem de Cristo, como acontecia naquela época

Figura 4. A introdução da vela latina aumentou a dirigibilidade dos barcos e tornou mais eficiente a navegação 'à bolina' (em ziguezague, contra o vento), reduzindo o tempo de percurso



Os avanços que permitiram as viagens

Durante o século 15 os portugueses realizaram sucessivos desenvolvimentos nas técnicas de construção naval e navegação (ver 'A influência de Marco Pólo'). A necessidade de embarcações mais velozes e mais fáceis de conduzir levou à caravela de vela latina (ver 'A caravela e a vela latina'). Ao mesmo tempo, fugindo à tradição medieval de mera contemplação da natureza, os portugueses viram-se forçados a criar métodos de medição e de orientação em pleno mar.

A velocidade dos barcos, por exemplo, passou a ser determinada com o uso da

'barquinha'. Ao ser jogada da proa, a barquinha flutuava e deixava desenrolar uma corda em que havia nós, separados por uma distância igual ao comprimento do barco. O número de nós que passava pela mão do marinheiro em certo tempo, estimado com ampulhetas, indicava a velocidade (figura 5) – daí a origem da unidade náutica utilizada até hoje. Já a bússola exigia treinamento sofisticado, pois precisava ser calibrada em função de desvios magnéticos causados pela variação da longitude, por peças metálicas (como canhões) e até pelo içamento da âncora.

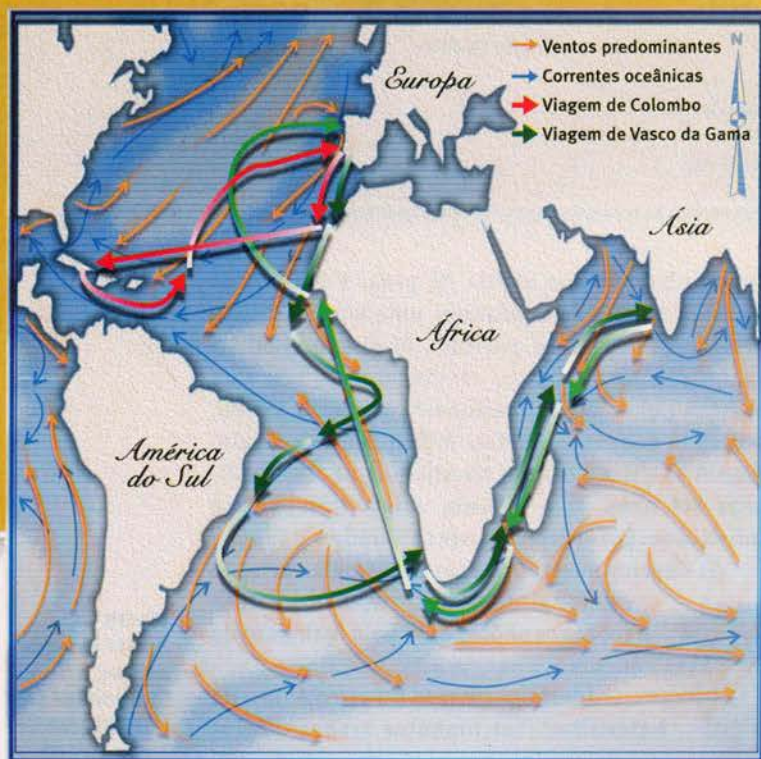
O aperfeiçoamento do astrolábio e da balestilha, instrumentos árabes usados para determinar a posição das estrelas, levou os portugueses a um progressivo domínio da navegação oceânica. Em águas equatoriais, a orientação pela estrela Polar, praticada desde a Antiguidade, tornava-se imprecisa, e foi substituída pela determinação da posição do Sol em diferentes latitudes. Após viagens de teste dos novos métodos, a navegação por instrumentos tornou-se rotineira para os

Figura 5. Ao ser lançada ao mar, a 'barquinha' (A) permitia medir a velocidade dos navios, pelo número de nós que passavam pelos dedos de um marinheiro durante certo tempo, medido com uma ampulheta (B)



O domínio da latitude

O reconhecimento de que a Terra tem forma esférica levou à dedução de que duas coordenadas – latitude (posição norte-sul) e longitude (posição leste-oeste) – seriam suficientes para definir com precisão a posição de um navio no mar. Os estudos astronômicos dos sábios de Portugal permitiram pela primeira vez calcular a latitude de um barco, através da posição (em relação ao eixo da Terra) do Sol e de certas estrelas, usando instrumentos como a balestilha, o astrolábio e, depois, o karmal (figura 6). A estrela Polar era usada para orientação no hemisfério Norte, mas ao cruzar a linha do Equador os pilotos portugueses precisaram de outros pontos de referência. O primeiro mapeamento do céu noturno no hemisfério Sul foi feito por Mestre João, o astrônomo da expedição de Cabral, que indicou a constelação do Cruzeiro do Sul para a orientação no mar. A partir daí, cartógrafos e matemáticos portugueses elaboraram – em português, e não em latim, rompendo com a tradição medieval – livros (os ‘regimentos de marinharia’) para orientar seus navegadores, contendo dados astronômicos, regimes de marés, ventos e correntes oceânicas em várias regiões do mundo (figura 7). Nas primeiras décadas do século 16, para obter cartas de habilitação, os pilotos portugueses tinham que se submeter a exames práticos e teóricos aplicados pelo cartógrafo-mor do reino.



pilotos portugueses (ver ‘O domínio da latitude’).

A expedição de Cabral não só se tornou a primeira a integrar terras de quatro continentes, mas também marcou nova etapa tecnológica nas viagens marítimas. Sendo uma expedição de conquista das terras da Índia recém-alcançadas, tinha um poder de

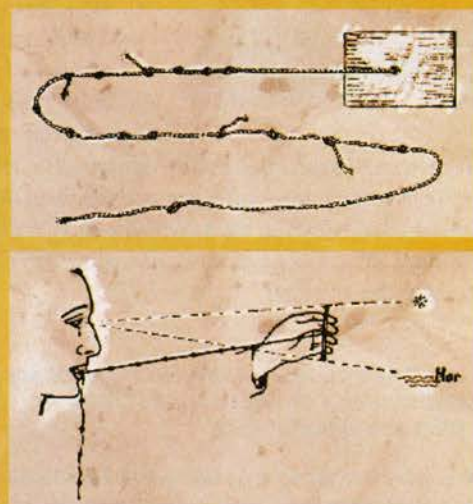


Figura 6. A latitude era calculada com o astrolábio (A), aperfeiçoado em Portugal, em operação conhecida como ‘pesagem do Sol’, e o karmal (B) era uma versão simplificada do astrolábio usada pelos mercadores muçulmanos.

Figura 7. As viagens marítimas da época dependiam das correntes marítimas (azul) e do regime de ventos (laranja) – a rota de Vasco da Gama mostra (verde), entre a África e a América do Sul, a manobra conhecida como ‘volta do mar’

fogo que permitiu a Cabral exercer o domínio naval sobre os portos de interesse, bombardeando-os do mar se preciso. Além disso, também pela primeira vez levava um astrônomo e cartógrafo, Mestre João, encarregado de mapear com precisão a rota seguida, além de exercer a função de médico de bordo.

Uma característica do esforço de expansão e conquista de Portugal foi o de mapear as terras descobertas. Com isso, seus cartógrafos logo passaram a ser os melhores da época (figura 8). Suas contribuições são usadas até hoje. Pedro Reinel criou a rosa-dos-ventos moderna, com a graduação em graus e a flor de lírio marcando o norte (figura 9). E Pedro Nunes (1492-1578), matemático e cartógrafo-

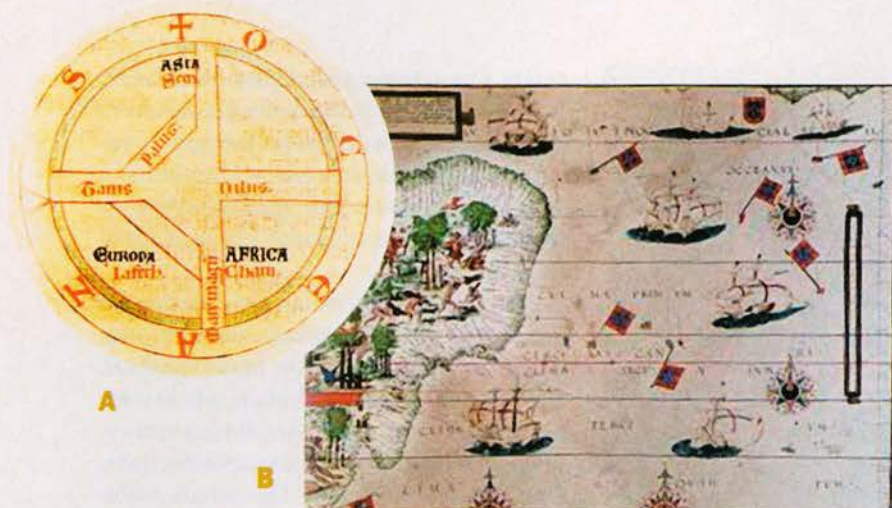


Figura 8. Os mapas da Idade Média (A) exibiam apenas um ordenamento relativo das idéias, tradição que os cartógrafos portugueses ajudaram a romper, com seus mapas mais precisos e detalhados (B)

mor do rei D. João III, resolveu em meados do século 16 o problema de assinalar em um mapa plano as rotas de navegação na superfície esférica da Terra (ver 'As linhas de rumo').

A superioridade de Portugal pode ser medida pela cobiça por seus barcos e manuais. Os capitães portugueses tinham ordens para incendiar os barcos que precisassem ser abandonados, e seus manuais e instrumentos de navegação eram alvos preferenciais dos corsários estrangeiros. Ao mesmo tempo, a sofisticação da tecnologia lusitana é bem exemplificada pela previsão de suprimentos para reforma e manutenção dos navios meses após a partida. Já em sua viagem pioneira, Vasco da Gama pôs seus barcos em dique seco (fora da água) para manutenção nas costas de Moçambique, a meio caminho da rota para as Índias.

espécies. Teve início assim um intenso intercâmbio de plantas tropicais, em especial entre as colônias e feitorias portuguesas no Brasil, África e Ásia. Trazidos de Goa, o coco e a manga adaptaram-se rapidamente às terras brasileiras, enquanto o caju saiu do Nordeste e tornou-se uma cultura comum na Índia.

Plantas cultivadas na Europa (como alho, cebola e outras) espalharam-se em regiões tropicais, e plantas das Américas (milho, tabaco, batata, tomate e outras) passaram a ser produzidas em todo o mundo. Hoje, cerca de 500 milhões de pessoas na África e na Ásia têm como sua cultura de subsistência a mandioca, planta que os indígenas brasileiros aprimoraram seletivamente durante séculos. Em todo o mundo, a introdução de espécies estranhas significou a sentença de morte para inúmeros animais e plantas, em especial os confinados a limitados nichos ecológicos

Figura 9. A rosa-dos-ventos moderna, que indica as direções das linhas de rumo em grau, facilitando a navegação com o uso da bússola, foi desenvolvida pelo cartógrafo português Pedro Reinel

As linhas de rumo

Um fato curioso aconteceu com Martim Afonso de Souza em 1533. Após sua viagem exploratória ao sul do Brasil, na qual fundou São Vicente, foi chamado de volta a Lisboa. Com base no conhecimento náutico da época, decidiu navegar na direção perpendicular ao meridiano de São Vicente, convicto de que seguiria ao longo de um círculo máximo terrestre e logo cruzaria a linha do Equador. Mas após vários dias notou que continuava na mesma latitude, contrariando as noções de 'linhas de rumo' então adotadas na navegação oceânica. Chegando a Portugal, relatou o fato ao cartógrafo-mor Pedro Nunes, que estudou o assunto e percebeu a dificuldade de traçar um rumo reto em uma superfície esférica. A solução apareceu em seu *Tratado da esfera*, de 1537, que contém as equações fundamentais para o triângulo esférico e o conceito de loxodromia (representação plana de superfícies curvas). O cartógrafo flamengo Gerardus Mercator (1512-1594) sistematizou essas idéias, criando as 'projeções de Mercator', empregadas até hoje em mapas.

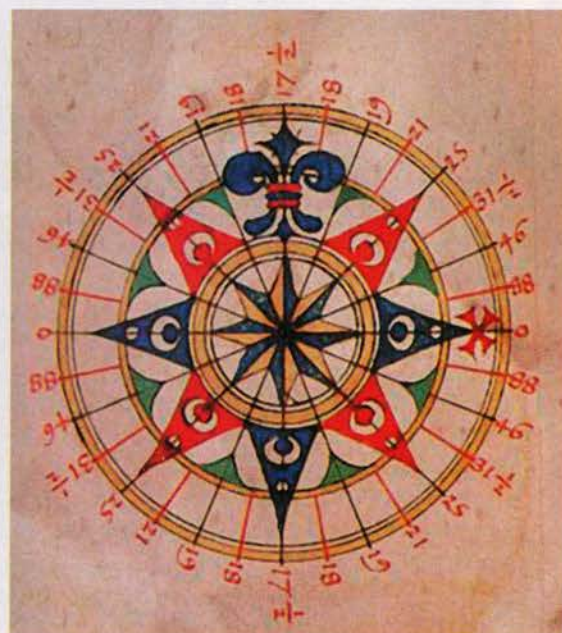


Figura 10. O sucesso das navegações portuguesas fez de Lisboa (na ilustração, o porto da cidade no século 16) uma cidade cosmopolita, com um comércio ativo e filiais de casas bancárias de diversas nacionalidades



(ver 'Dodo: um símbolo da extinção das espécies').

A descoberta das civilizações ameríndias trouxe, além de debates teológicos sobre a existência da alma entre povos de outras raças, a esperança do paraíso perdido, representada pelo homem em seu estado puro, antes de ser contaminado pelo mal da civilização. Muitos exemplos dessa idéia do 'bom selvagem' surgiram na literatura e na filosofia dos séculos seguintes. Passou-se a crer que a utopia da sociedade perfeita, em que a procura do bem comum e a busca do conhecimento seriam as fontes do progresso, poderia ser construída com base nos princípios observados nas comunidades encontradas em terras tropicais.

Enquanto imaginava-se o mundo perfeito, sob o jugo dos colonizadores os nativos da América come-

çaram a morrer em proporções dramáticas. A exploração dos índios pelos espanhóis já era denunciada na primeira metade do século 16 pelo frade dominicano Bartolomeu de Las Casas (1474-1566), que defendia a restituição das terras ocupadas a seus ocupantes originais.

Nas primeiras décadas após a chegada dos europeus, a população indígena das Américas foi reduzida de modo drástico, em todas as frentes de contato, por brutais genocídios, motivados pela cobiça por ouro, prata ou terras, e por novos micróbios, trazidos pelo homem branco. Os nativos, isolados por milênios do resto da humanidade, não tinham resistência imunológica a doenças comuns entre os europeus. Epidemias de gripe, varíola e outras doenças podiam exterminar tribos inteiras. Infelizmente, até no século 20 alguns invasores usaram consi-

cientemente essa vulnerabilidade para erradicar populações indígenas e controlar suas terras. Mas o oposto também aconteceu: a sífilis, endêmica em certas regiões da América, foi levada para a Europa e disseminada por marinheiros e viajantes a partir de cidades portuárias, tornando-se um grave problema de saúde pública por séculos.

O declínio do poder português

A perda do domínio dos mares por Portugal teve várias razões. A primeira, e talvez a mais determinante no longo prazo, foi a brutal exaustão de vidas exigida pelo esforço ultramarino. Na época, eram péssimas as condições sanitárias nos navios e pouco se podia fazer contra as doenças que atingiam os marujos, como o escorbuto (mal típico da vida embarcada, em geral fatal, causado pela falta de certas vitaminas na dieta de bordo).

Mesmo em bem-sucedidas viagens de longo curso, a taxa de mortalidade a bordo podia atingir cerca de 50%. Durante a fase de expansão ultramarina, dizia-se que a típica mulher portuguesa de 45 anos já seria viúva e teria perdido os pais, os irmãos e pelo menos dois de seus filhos. O sacrifício de vidas era agravado pela ação dos corsários, autônomos ou a serviço de potências estrangeiras. A limitação das rotas oceânicas a estreitas faixas (no sentido leste-oeste), graças à incerteza na determinação da longitude (ver 'As ilhas flutuantes'), facilitava os ataques.

Portugal tinha em torno de um milhão de habitantes na época da partida de Cabral, e cada viagem exigia a convocação de jovens da área rural – analfabetos, assustados e sem experiência – para compor as tripulações. Naquele período, a educação básica não

Figura 11. O dodo (*Raphus cucullatus*), que habitava as ilhas Maurício, na costa oriental da África, foi rapidamente extinto após a chegada dos primeiros colonizadores



Dodo: um símbolo da extinção das espécies

Em um continente, as adaptações da fauna e da flora à invasão por espécies estranhas ocorrem em geral de modo quase imperceptível. Em uma ilha, porém, os efeitos podem ser drásticos, como no caso do dodo (*Raphus cucullatus*). Nativa das ilhas Maurício, próximas à costa ocidental africana, essa ave aparentada dos pombos evoluiu sem predadores, chegando ao porte de um ganso e perdendo a capacidade de voar (figura 11). Por mostrar-se curioso, sem medo dos humanos, era abatido com facilidade. Tal docilidade originou seu nome: 'doido', no português da época). Com a captura das ilhas Maurício pelos holandeses, em 1638, em poucas décadas os dodos foram extintos. Os animais domésticos trazidos para as ilhas participaram desse processo, eliminando as colônias de reprodução da ave, hoje um símbolo das campanhas de preservação da diversidade biológica.

As 'ilhas flutuantes'

Apesar do sucesso das técnicas portuguesas de navegação por latitude, a imprecisão na determinação da longitude continuou a ser um grande problema para as viagens em mar aberto. Mestre João, por exemplo, calculou a latitude de Porto Seguro com precisão de décimos de grau, mas errou a longitude por cerca de 10 graus, o que colocaria as terras descobertas na área da atual cidade de Brasília. Durante séculos, a localização de ilhas e bancos de corais permaneceu incerta nas cartas navais. Daí surgiu a lenda das 'ilhas flutuantes', que mudariam de posição entre as expedições exploratórias ou se esconderiam de viajantes indesejados. Por razões de segurança, viajava-se em mar aberto apenas durante o dia ou por rotas estreitas (na direção leste-oeste), o que facilitava a ação de piratas e corsários.

Os repetidos choques com recifes que não podiam ser localizados durante mau tempo fizeram com que as potências navais oferecessem prêmios milionários para quem criasse um método prático de determinação da longitude em alto mar, iniciando uma corrida científica e tecnológica. Galileu Galilei (1564-1642) chegou a sugerir o uso dos eclipses dos saté-

lites de Júpiter para esse cálculo. Cedo deduziu-se que a longitude de um barco seria obtida conhecendo-se de modo preciso o desvio entre a hora a bordo (medida pelo Sol ou pelas estrelas) e a de um porto de referência. Como o método científico ainda não estava plenamente estabelecido, chegaram a ser consideradas propostas hoje absurdas, como o uso de um 'pó de simpatia' para a comunicação instantânea entre o navio e o porto de partida.

O problema começou a ser resolvido com o trabalho do físico holandês Christiaan Huygens (1629-1695) sobre o movimento dos pêndulos, que levou à construção de relógios mais confiáveis, mas o primeiro cronômetro de alta precisão só foi criado em 1759 pelo inglês John Harrison (1693-1776). Seus relógios náuticos, feitos de madeiras tropicais, que liberavam óleos naturais, dispensando assim a lubrificação dos mecanismos, trouxeram inovações como a grelha (pêndulo feito com tiras de bronze e aço ajustadas para evitar o problema da dilatação dos metais com o calor) e o mecanismo de escapamento (que mantinha o período de oscilação constante, independentemente da energia ainda armazenada na mola propulsora).

era uma preocupação dos governantes. Apesar da técnica sofisticada dos comandantes, os navios de Portugal passaram a ter suas laterais (bombordo e estibordo) identificadas por réstias de cebola e de alho, para que os marinheiros distinguíssem, com a rapidez necessária, o lado direito do esquerdo.

Mais grave, porém, é que a busca do conhecimento, precursora do método científico, começou a ser abandonada em função da intolerância religiosa. Ao final do século 15, os judeus de Portugal foram expulsos ou forçados à conversão. Boa parte dos sábios envolvidos no projeto ultramarino era de origem judaica, nascidos em Portugal ou lá refugiados diante da perseguição religiosa em outras nações, em especial na Espanha. Tanto que, já no século 16, vários cristãos-novos (judeus convertidos), como os matemáticos José Vizinho e Pedro Nunes, ainda teriam um papel importante na solução de diversos problemas práticos das navegações.

O obscurantismo atingiu o ápice no reinado (de 1521 a 1577) de D. João III, e o projeto de busca da excelência no conhecimento foi rapidamente abandonado. A Inquisição estabeleceu-se em Portugal e proibiu-se em definitivo a livre circulação de idéias. O monopólio da educação pública foi entregue aos jesuítas e aboliram-se das universidades as cátedras de ciências físicas e matemáticas.

O ano de 1543 marca o início da ciência moderna, com a publicação dos livros *Sobre a revolução das esferas celestes*, do polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), e *A natureza do corpo humano*, do flamengo Andreas Vesalius (1514-1564). Em Portugal, que até décadas antes detinha a liderança da astronomia e debatia as novidades científicas em suas universidades, a vigilância do Santo Ofício impediu qualquer repercussão dessas idéias novas e 'perigosas' sobre o universo e o corpo humano. Na segunda metade do século 16, a decadência do ensino das ciências era tal que os instrumentos científicos da Universidade de Coimbra foram fundidos para a confecção de grades.

A perda da independência, com a ascensão ao trono, em 1580, de Felipe II da Espanha, filho de uma princesa portuguesa, cristalizou essa situação de atraso. Ao ser restaurada a soberania, em 1640, os mares já eram dominados por nações então mais modernas, como Holanda e Inglaterra, e a nova lógica da expansão mercantilista excluía projetos nacionais como o que Portugal iniciara dois séculos antes. O sucesso das navegações portuguesas, porém, ainda hoje mostra como um consistente plano de investimentos de longo prazo no conhecimento nacional autônomo pode ter retorno substancial para uma sociedade. Executado durante todo o século 16, o projeto nacional português inaugurou o mundo moderno. ■

Sugestões para leitura

- ANDRADE, M. C. & FERNANDES, E. M. (Eds.). *O mundo que o português criou*, Recife, Fundação Joaquim Nabuco, 1998.
- CHANDEIGNE, M. (Ed.). *Lisboa ultramarina, 1415-1580: a invenção do mundo pelos navegadores portugueses*, Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1992.
- NOVAES, A. (Ed.). *A descoberta do homem e do mundo*, São Paulo, Ed. Schwarcz, 1998.
- URE, J. *Dom Henrique, o Navegador*, Brasília, Editora UnB, 1985.

O debate sobre ética e ciência é antigo, mas avanços científicos mais recentes – as terapias genéticas, a reprodução assistida, o transplante de órgãos e a criação de produtos transgênicos, entre outros – vêm levantando novas questões. Admitindo que a produção e a aplicação da ciência não são eticamente neutras, o surgimento de uma ‘super ciência’ capaz de dar ao homem poderes antes impensáveis traz preocupações bioéticas ainda mais dramáticas para o futuro.

Marcos Palatnik

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

A BIO progresso

Afirma-se que a ética envolve dois elementos: os valores com os quais as pessoas estabelecem suas decisões e a lógica (ou a falta dela) com a qual os valores relacionam-se com as decisões. A bioética, no sentido mais abrangente, analisa o conjunto de problemas éticos relacionados com o mundo vivente. Abrange o homem no seu hábitat. O médico e humanista Jean Bernard, que presidiu, na França, o Comité Consultatif National d'Éthique des Sciences de la Vie e de la Santé, a definiu como as relações entre a alma e o meio ambiente.

Os avanços da medicina, das tecnologias biomédicas, no entanto, concentraram a atenção dos estudiosos do tema, diminuindo temporariamente a importância tanto do meio ambiente quanto da alma. Trata-se de um processo de redução da ética à técnica.

Para o biólogo Darryl Macer, do Laboratório de Biologia Molecular do Conselho Médico Britânico (na Universidade de Cambridge), e diretor do Eubios Ethics Institute (da Universidade de Tsukuba, no Japão), há três formas de ver a bioética: 1. 'bioética descritiva', ou seja, a forma como as pessoas observam a vida, suas interações morais e as responsabilidades com os organismos vivos; 2. 'bioética prescritiva', ou seja, a definição do que é eticamente bom ou ruim, de que princípios são mais importantes na tomada de decisões, e de quais são os direitos e deveres recíprocos entre as pessoas; 3. 'bioética interativa', ou seja, a discussão e debate, entre pessoas, grupos sociais e comunidades, sobre os pontos 1 e 2.

ÉTICA eo da ciência

A MORTE NOS ANOS 40 E NOS ANOS 90

CENÁRIO	1940	1990
Idade do paciente	Mulher com 70 anos	Mulher com 80 anos
Local	No domicílio	Hospital de agudos. Unidade de Terapia Intensiva
Tempo de residência no local	Nos últimos 30 anos	Internada pela sexta vez nos últimos 15 anos. A paciente residiu nos últimos 7 anos em um asilo de 'bom padrão'
Pessoas presentes	Várias gerações da família e amigos perto do leito	A presença de familiares ou amigos em geral não é permitida, dadas as rigorosas condições de assepsia
Comparecimento das pessoas	Durante os últimos dias, revezando-se o dia todo	Não há informação
Doenças no período prévio	Queda, nos últimos anos, no vigor físico e mental, artrite e uma doença cardíaca	Múltiplos derrames cerebrais, um ataque cardíaco e dois episódios de pneumonia
Causa da morte	Velhice	Arteriosclerose, doença cerebrovascular e coronariana. Provável doença de Alzheimer. Não há referência a causas naturais ou velhice
Presença e periodicidade da visita do(s) médico(s)	Diariamente o médico da família examina a paciente e, sentado à beira do leito, conforta a família: "Não há mais nada a fazer"	Os especialistas vêm a paciente pela primeira vez
O médico conhece a paciente?	Sim, por muitos anos. É um verdadeiro amigo	Os especialistas desconhecem sua história médica prévia e seu estilo de vida
O médico conhece os familiares?	Sim. Além disso, já foi ou ainda é médico dos filhos, netos e bisnetos da paciente	Os especialistas falam com a família pela primeira vez
Estado emocional da família e dos amigos	Tristeza profunda, acompanhada de resignação e de lembranças dos bons tempos passados junto a ela	A família decidiu, segundo os especialistas, não aplicar técnicas de ressuscitação quando a paciente teve uma parada cardíaca, após vários dias na UTI

A comparação de diversos aspectos ligados à morte de uma pessoa, nos anos 40 e hoje, ilustram a questão da redução da ética à técnica

A pesquisa básica é eticamente neutra?

Quem negará que em nenhum outro campo se aprecia tanto a verdade, a novidade e o progresso como na ciência? Quem ignora que sem ciência não há autodeterminação, isto é, liberdade? Quem não sabe que a ciência é útil? Quem levar em conta tudo isso poderá sustentar que a ciência é eticamente neutra e que por isso o cientista como pesquisador não tem problemas morais e éticos?, pergunta o físico e pensador argentino Mario Bunge, que leciona lógica e metafísica na Universidade McGill, em Montreal (Canadá).

A atividade científica é uma escola de moral porque requer em primeiro lugar a 'honestidade intelectual' (o 'culto da verdade'). Ou seja, a apreciação da objetividade, a comprovação, o desprezo da falsidade e do auto-engano, como pode ser chamada a interpretação de fatos, consciente ou inconsciente, com base no que a gente gostaria de acreditar (*wishful thinking*).

Tal honestidade exige a) 'independência de juízo', para convencer-se por si mesmo com provas e não se submeter à autoridade. A honestidade intelectual e a independência de juízo dependem de uma dose de b) 'coragem intelectual' (às vezes também física) para defender a verdade e criticar o erro seja qual for a sua fonte, em especial quando o erro é próprio. Tanto a crítica quanto a autocritica infundem c) 'amor à liberdade intelectual' e, por extensão, amor às liberdades individuais e sociais que a possibilitam. A honestidade intelectual e o amor pela liberdade afixam d) 'sentido da justiça', não como servidão à lei imposta (que pode ser injusta), mas como consideração aos direitos e opiniões do próximo, avaliando suas fundamentações.

Essas cinco virtudes constituem um código interno, tácito, que está vinculado à mecânica da investigação e não depende de sanção exterior. São virtudes que acompanham a procura da verdade tanto nas chamadas ciências 'duras' (física, química, biologia) quanto nas humanidades.

Os 'resultados' da ciência pura (pesquisa básica



ou fundamental) são, eles sim, eticamente neutros, isto é, podem ser usados para o bem ou para o mal. Entretanto, o 'processo' da pesquisa não é eticamente neutro, pois a seleção dos problemas, que inicia uma investigação, assim como a avaliação dos resultados podem estar sujeitas a pressões extracientíficas (comerciais, políticas, ideológicas ou outras). Um exemplo de pressão comercial está em publicar com urgência grande quantidade de trabalhos sobre temas que estejam 'na moda', para obter progressão na carreira e, em certas condições, notoriedade jornalística. Conflitos como esses são mais agudos nas ciências aplicadas.

De qualquer forma, enquanto a 'ciência' exibe um aspecto eticamente neutro, os 'cientistas' têm seus rasgos morais bem definidos. A afirmação de que os cientistas são inocentes desconhece a mecânica da investigação pura, assim como sua utilidade em um mundo tecnológico. Muitos pesquisadores, para dar apenas um exemplo, são contratados para estudo de produtos ou sistemas destrutivos.

Em conclusão, a ciência no seu conjunto não é eticamente neutra, porque seu código moral não coincide com o que rege as sociedades atuais. Os valores morais da ciência e as regras do método científico controlam-se reciprocamente. Nessa mútua determinação reside a força dos princípios morais da ciência, e também a tragédia de sua corrupção. Se, por exemplo, um pesquisador publica um trabalho plagiado, ou com dados falsos, não só está corrompendo o método científico mas também contribuindo para a crise dos valores morais da ciência.

ILUSTRAÇÃO: CAVALCANTE



Ao contrário de Bunge, Anne Fagot-Largeault, do Departamento de Filosofia da Universidade de Paris X (França), diz que o desejo de conhecer não é em si vicioso, ainda que o conhecimento experimental envolva manipulação. Não existe propósito científico moralmente proibido por si mesmo. Há impossibilidades naturais e propósitos mal pensados ou prematuros, e portanto fadados ao fracasso. Uma política científica responsável consiste em discernir quais as vias de investigação interessantes em dado momento e em apoiar os projetos que surgem no tempo oportuno. Ela defende uma 'moral com prudência'. Tal concepção, porém, é pouco operacional. Quem define o que é interessante em um momento dado? Quem diz quando é o tempo oportuno?

Genética e/ou meio ambiente?

Diz-se que para poder usar de modo adequado a informação genética é preciso levar em conta: 1. que muito em nossas vidas é determinado pelo meio ambiente, não pela genética; 2. que não existe um genoma humano 'normal'; e 3. que a sociedade, para poder participar dos debates sobre o assunto, deve entender tanto a linguagem da genética quanto a da estatística.

O primeiro ponto indica que a influência ambiental não pode ser descartada. Um alcoólatra, por exemplo, deve ser enviado ao xadrez ou internado em um hospital? Tal decisão depende dos pesos atribuídos ao componente genético e ao ambiental.

Já o segundo ponto diz respeito à indefinição sobre qual seria a estrutura genética 'padrão' para o ser humano.

Quando uma pessoa deve ser considerada muito baixa, ou muito suscetível de desenvolver um câncer? Em algu-

mas sociedades, a miopia é aceitável, mas a obesidade não. Se a ciência não vier a descobrir um genoma 'normal', ele poderá ser 'inventado'. Mas, nesse caso, como estabelecer qual, entre as variações de um mesmo gene, é a 'perfeita'?

Finalmente, o terceiro ponto leva a uma questão importante: a sociedade está ou não preparada para

participar, com conhecimento de causa, do debate sobre o uso ético da informação genética? Enquanto o médico fala de probabilidades, o paciente pensa de outra forma. Para este, a ciência é exata: ou vai para a Lua ou não vai, a vacina previne a doença ou não. Um obstáculo ao uso da lin-

guagem estatística deve vir também do marketing, da natureza comercial de testes para diagnóstico genético (já em uso em alguns países), que alegam oferecer certeza absoluta da presença ou ausência de um gene causador de doença no momento ou no futuro. No entanto, quando os pesquisadores dizem que há uma relação causal entre uma substância e o câncer, não há certeza: estão apenas considerando que a probabilidade é alta – digamos, maior que 95%. Se a relação não existe, a probabilidade é menor que 95%, mas pode haver algum tipo de relação.

As possibilidades de aplicação dos novos conhecimentos genéticos dependem do tipo de sociedade. Sob esse ponto de vista, são perigosas as sociedades (1) que conferem um caráter diabólico à doença e à morte biológica, (2) que consideram as formas convencionais de controle social muito fracas e por isso querem encontrar soluções biológicas, e (3) que pensam não existir um bem social comum, mas uma pluralidade de bens individuais. O conhecimento genético e seu uso podem produzir os mais dramáticos progressos já vistos na história da medicina. Acredita-se que alguns resultados desse uso serão favoráveis e outros desfavoráveis, mas essa diferença será determinada não pelo conhecimento em si, mas pela sociedade que o utilizar.



Uma nova ética na reprodução?

Segundo o biólogo indiano Sharat Chandra, do Centro Jawaharlal Nehru para Investigação Científica Avançada do Instituto de Ciências da Índia, a determinação pré-natal do sexo do embrião, no seu país, por amostras do líquido amniótico ou das vilosidades coriônicas gerou uma discussão ética intensa. Os primeiros 100 casais que buscaram o exame não tinham história familiar de doença genética. Todos tinham de duas a três filhas e queriam um filho, mas nenhum casal com dois ou três filhos queria uma filha. Em vários centros do país, a situação foi similar. Em função das críticas de grupos femininos e da imprensa, vários estados emitiram leis proibindo o teste quando não justificado por doença genética familiar. Uma nova lei, em vigor desde janeiro de 1996, prevê multas e prisão de até três anos para o profissional que realizar o teste.

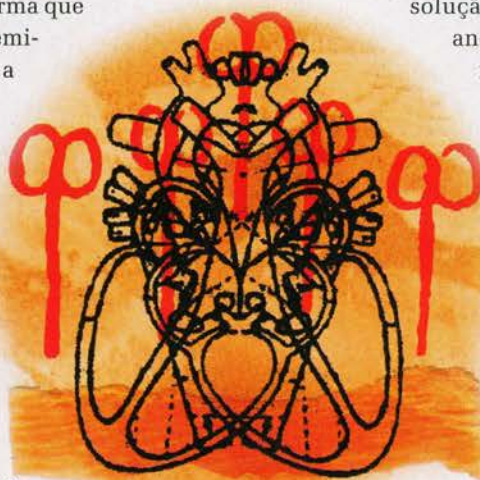
A explicação para o desvio é, aparentemente, de natureza social. As famílias dos maridos (na Índia, a decisão de abortar cabe à mãe, à sogra ou ao resto da família da mãe) incentivavam o aborto de fetos de sexo feminino, pois existia no país o dote para o casamento (já eliminado, segundo informações atuais). O físico Michio Kaku, participante do movimento antinuclear, em entrevista ao programa *Milênio* (do canal 40 da NET), afirmou que 5 milhões de meninas deixaram de nascer na Índia por essa causa. Para a maioria dos hindus e para a sociedade budista, não há impedimento para a contracepção, de forma que a esterilização, a inseminação artificial ou a adoção são relativamente mais fáceis que em outras sociedades.

Os avanços da ciência da reprodução têm atingido limites que podem superar a fantasia e a imaginação de escritores ou artistas. Segundo o dicionário *Aurélio*, órfão é quem perdeu os pais ou um deles. Recentemente, porém, um juiz da Califórnia, nos Estados Unidos,

determinou que uma criança de dois anos carece legalmente de pais, ainda que seis pessoas possam ser consideradas pais dela.

Vejamos a história. Segundo a revista *Time* (de 1/12/1997), um casal A obteve em 1994, de uma clínica de fecundidade, a união de um óvulo e um espermatozóide de doadores anônimos. O embrião resultante foi implantado em uma 'mãe de aluguel' (casada e com dois filhos), contratada para completar a gravidez e entregar o recém-nascido. Mas em 1995, um mês antes do nascimento, o marido A iniciou processo de divórcio, recusando-se a manter a futura criança. Em setembro de 1997, um juiz local concordou que ele não estava obrigado a mantê-la, por não ser legalmente o pai. Também estabeleceu que a mulher A não era a mãe legal, mas sugeria que ela adotasse a criança. Se a solução é essa, quem deve adotar a criança? Os anônimos pais genéticos, o casal que a planejou ou a 'mãe de aluguel' e seu marido?

A situação piorou quando a 'mãe de aluguel' solicitou amparo legal alegando ter contratado entregar a criança para um matrimônio feliz, o que não iria acontecer, já que o casal A estava se separando (a solicitação foi depois retirada). A solução – não definitiva – dada por uma corte estadual foi determinar que a mulher A ficasse com a custódia temporária, obrigando seu ex-marido a manter a criança até que a corte de apelação seja ouvida. Até aqui o problema parece ser da área da justiça. O autor do artigo salienta a falta de maior articulação entre os avanços das ciências médicas e a lei. Não seria, porém, uma si-



tuação bioética? Do ponto de vista ético, não deveriam aparecer os responsáveis pela geração de uma criança com um futuro tão dramático?

A questão dos transplantes

O espírito altruísta predomina nas comunidades que insistem na doação voluntária, na generosidade. Entretanto, nos Estados Unidos – onde a lista de espera de órgãos tem 30 mil pacientes (no Brasil há 24,5 mil pacientes na fila, e até junho de 1999 ocorreram apenas 4.210 transplantes) –, alguns autores já falam abertamente em uma política de mercado. Por um lado, diz-se que deve haver acesso irrestrito, custeado pelo governo, aos transplantes. Por outro, insiste-se que é preciso ter outras fontes de financiamento, frente à falta de recursos públicos para absorver essas complexas tecnologias. Em um país onde a política de mercado teve sucesso, afirma-se, por que não aplicá-la nesse caso?

A tese ética é a de que órgãos são diferentes de outras mercadorias ou serviços. Para os que se opõem à comercialização, os órgãos devem ser distribuídos somente com base em critérios médicos, não por considerações financeiras. A preocupação dos críticos do comércio de órgãos é sua desigual distribuição, em função da renda dos pacientes. Responde-se que o governo poderia equilibrar essa situação, pagando pelos mais pobres. Se o governo, argumenta-se, é obrigado a distribuir remédios para pacientes de Aids já que essa doença pode levar rapidamente à morte, por que não aplicar o mesmo critério aos transplantes?

Existem medos e fantasias sob o nível da consciência. Em pesquisas de opinião específicas, 90% da mesma população que resiste ao transplante de órgãos admite o desejo de ser doador. Não se trata de hipocrisia, mas de um pensamento profundo, uma contradição – entre aceitação consciente e repulsão

inconsciente – diante de um processo cirúrgico benigno que provoca nossas noções primárias sobre vida e morte, o eu e o outro, corpo e espírito. Pela ausência de um ritual, a extração de um órgão de um cadáver colide com as honras tradicionais prestadas aos mortos e evoca uma profanação, um sacrilégio, no imaginário da sociedade. Enquanto tais problemas não forem analisados do ponto de vista espiritual, respeitando a própria natureza humana, sua mística e sua mitologia, os programas de transplantes terão uma marcha lenta demais, como vem acontecendo na grande maioria dos países.

Reduccionismo e patentes genéticas

A física e ecóloga indiana Vandana Shiva, que em 1993 ganhou o Right Livelihood Award (considerado o Nobel da Paz alternativo), diz que o conhecimento indígena é basicamente ecológico, enquanto o modelo dominante do conhecimento científico, caracterizado pelo reduccionismo e a fragmentação, não está equipado para tomar conta integralmente da complexidade das inter-relações existentes na natureza. Essa falta de adequação é mais significativa na área das ciências da vida.

As exigências para registro de patentes biológicas, por exemplo, estabelecem que só se pode requerer direitos de propriedade para formas de vida se forem 'novas' (não existirem na natureza). Entretanto, quando os 'donos' da patente assumem a responsabilidade de liberar organismos geneticamente modificados, eles são exibidos de imediato como formas

de vida 'naturais' e 'seguras'.

Proteínas humanas 'engenheiradas' para alimentação infantil são um bom exemplo dessa inconsistência na construção do 'natural'. A empresa biotecnológica Gen Pharm é proprietária do primeiro touro transgênico (Herman), bioengenheirado quando ainda era embrião para portar um gene humano que faz seus descendentes produzirem leite com proteína humana. Esse leite é usado em fórmu- ▶



las de alimentos infantis. No pedido de patente, a empresa explicitou que Herman e as vacas leiteiras que dele descendem deveriam ser considerados 'não-naturais'. Mas no marketing do produto, afirma estar "fazendo essas proteínas exatamente como faz a natureza". Essa perspectiva faz de vacas, mulheres e crianças simples instrumentos para a produção de mercadoria e a maximização do lucro.

Os mitos do golem e do super-homem

A criação do 'golem' pelo homem está na origem das idolatrias. A lenda judaica conta que o rabino Judah Loew ben Bezabel, usando as antigas fórmulas da Cabala, criou em 1580, em Praga (hoje na República Tcheca), um homem artificial – o golem, metade consciente, de vida vegetativa – para tocar a campainha e realizar tarefas menores da sinagoga. Segundo alguns autores, a lenda diz que um golem pode até falar, mas não se reproduz, carecendo de impulso sexual e de raciocínio. Aparece a cada 33 anos e vive 40 dias.

O procedimento para sua criação envolve pelo menos duas pessoas estudando nas vésperas do sábado o Livro da Criação (a Sagrada Escritura) durante vários anos. O material usado – terra virgem (não trabalhada) – é o mesmo com o qual foi moldado o corpo de Adão, que recebeu a alma insuflada por Deus. O mito do golem diz, por um lado, que ele é perigoso, pois pode, com sua força monstruosa, destruir o mundo, mas por outro o apresenta como um salvador, um protetor da comunidade.



PAVEL NOVAK

Uma sociedade ameaçada cria por escapismo heróis sobre-humanos.

Pode-se encontrar um prenúncio da engenharia genética do homem no contrato assinado por Elohim (Deus) e a Terra para a criação de Adão. Deus exigiu da Terra que Adão ficasse a seu serviço por mil anos, estendendo uma nota promissória por quatro varas de terra, assinada pelos arcanjos Miguel e Gabriel como testemunhas. Esse aspecto comercial também é um prenúncio do poderoso marketing atual ligado à engenharia genética.

O filósofo alemão Friedrich Nietzsche (1844-1900) proclamou o nascimento do super-homem que substituiria a Deus: "O mais grande do homem é que consiste em um trânsito e em um ocaso, é uma corda tendida entre a besta e o super-homem." Foi incrementando-se assim a dificuldade de acreditar em Deus. Não só a ciência tornava impossível entender a Criação. Também o grande controle e poder do homem fazia inaceitável a idéia do divino. Para consumir o deicídio, o ser humano tinha que converter-se em deus.

A 'super-ciência' que permitirá reconstruir o genoma humano ou animal não está atingindo o mesmo simbolismo? As esperanças que vêm sendo geradas pela terapia gênica não poderiam culminar em uma nova idolatria? Não se está estimulando ainda mais um espírito mercantilista, já que estamos em uma sociedade de consumo, em relação às possibilidades de adquirir os produtos da ciência genética para conquistar a longevidade, a fortaleza física, os filhos mais inteligentes e ainda ter uma reserva de órgãos clonados para substituir os próprios? Os clonados virão com código de barras e data de validade? Serão sempre melhores os importados?

Michio Kaku acredita que um homem rico, nos Estados Unidos, poderá ter seu próprio clone por cerca de US\$ 50 mil. Só precisará de um laboratório clandestino e um biólogo desempregado. A função do clone poderá ser substituir herdeiros naturais dos quais o homem rico não gosta. Transmissão da herança para si mesmo!

Algumas das respostas a essas dúvidas são anunciadas pelo sociólogo Harry Collins, do Centro para o Estudo do Conhecimento, da Técnica e da Ciência (da Universidade de Cardiff, na Inglaterra), e pelo físico e sociólogo Trevor Pinch, do Departamento de Estudos de Ciência e Tecnologia (da Universidade Cornell, nos Estados Unidos). Para eles, a ciência não é boa nem ruim. A ciência é mesmo um golem que, como vimos, pode ser para alguns um terrível demônio e para outros um protetor. Como as coisas estão atualmente, a ciência só pode ser pensada como 'toda boa' ou 'toda ruim'. Essa falta de opção deve-se, em parte, ao critério de autoridade sustentado por alguns cientistas e tecnólogos, que prometem coisas que não podem cumprir, que sugerem uma ciência poderosa e sem incertezas, gerando um sentimento anticientífico na sociedade.

Futura sociedade: a ética dos robôs

O 'complexo de Frankenstein' da humanidade é o temor de que o homem artificial se revolte contra seu criador (como aconteceu com o golem, no passado), de que os robôs substituam os homens. Entretanto, enquanto existirem as três leis da robótica – que poderíamos chamar de 'normas éticas dos robôs' – criadas pelo cientista e escritor Isaac Asimov (1920-1992), podemos manter a calma. A primeira afirma que um robô não deve danificar um ser humano nem, por inação, permitir que um humano sofra dano. A segunda diz

que um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, exceto se contrariarem a primeira lei. A terceira estabelece que um robô deve proteger a própria existência, desde que isso não contrarie as outras duas leis.

A primeira tem prioridade sobre a segunda e a segunda sobre a terceira. Assim, um ser humano, pela lei de obediência, pode anular a lei de autoproteção e obrigar um robô a se destruir.

Na história de Asimov, dois robôs avançados tentam definir o 'ser humano'. Eles deduzem que, com o a segunda lei exige obediência ao ser humano, este deveria ser apto por mentalidade, caráter e conhecimento para dar as ordens. Também presumem que, para obedecer a primeira lei, teriam que salvar todos os seres humanos, mas se houvesse dano para alguns, deveriam garantir o menor dano para os mais aptos. No final, os robôs concluem que os superiores, em todo sentido, são eles mesmos, e que são verdadeiramente seres humanos, não humanóides.

O 'raciocínio' dos dois robôs de Asimov não é tão irreal. Declarações recentes de estadistas do Primeiro Mundo sobre a ética da pesquisa e a proteção da sociedade ou da cultura, veiculadas pela Internet, apresentam um forte sentido de isolamento e de discriminação social, estimulando uma tendência que segue a 'opinião' dos robôs. A idéia implícita nessas declarações é: o melhoramento genético será em primeiro lugar para os seres superiores – como nós – e depois para os humanos – como os demais! ■



Sugestões para leitura

- BUNGE, M. *Ética, ciência y técnica*. Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1996.
- TESTART, J. 'L'alibi de la technique', in *Ravage de la technoscience*, Le Monde Diplomatique, Mars-Avril, p. 70-72, 1998.
- THOMASMA, D. C. & KUSHNER, T. (Eds.). *Birth to death. Science and bioethics*. Cambridge University Press, Cambridge, 1996, p. 13-20.
- SHIVA, V. *Biopiracy. The plunder of nature and knowledge*, South End Press, Boston, 1997.

As discussões e votações no Congresso e as investigações das CPIs formam a face mais conhecida da atuação dos parlamentares. Estes, no entanto, exercem outra atividade: destinar recursos do orçamento federal para os estados e municípios que representam e liberá-los nos órgãos ministeriais responsáveis por sua aplicação. O que esse trabalho 'invisível', que deputados e senadores consideram um 'dever parlamentar', pode revelar sobre o universo político nacional?

Marcos Otavio Bezerra

*Departamento de Sociologia,
Universidade Federal Fluminense,
e Núcleo de Antropologia da
Política (NuAP)*

A política invisível

Liberação de verbas federais

De outubro de 1993 a janeiro de 1994, graças às investigações da chamada CPI do Orçamento, a sociedade brasileira tomou conhecimento de um conjunto de irregularidades, envolvendo sobretudo parlamentares, na elaboração e execução do orçamento da União (ver 'A CPI de Orçamento'). Em setembro último, o orçamento voltou a atrair a atenção do público por conta das discussões entre o presidente do Congresso, senador Antônio Carlos Magalhães (PFL-BA), e o presidente do PMDB, senador Jader Barbalho (PMDB-PA). O que estava em jogo, agora, era a definição do relator do Plano Plurianual, rotulado pelo presidente da República como 'Avança Brasil'.

A disputa em torno do partido e do parlamentar que ocuparia o cargo deve-se ao poder, concentrado no relator, para determinar de que modo serão distribuídos os recursos previstos. O interesse dos parlamentares em relação ao orçamento federal, no sentido da liberação de verbas para suas 'bases eleitorais', é o tema central deste trabalho, em que são discutidas questões como representação política, clientelismo, dependência mútua entre políticos 'locais' e 'nacionais' e corrupção.

A análise segue três linhas de argumentação: 1) essa forma de atuação dos parlamentares remete a uma concepção específica (pode-se dizer 'nativa') da representação política, distante das formulações mais clássicas dos filósofos políticos; 2) tal forma de atuação só torna-se inteligível no contexto das relações estabelecidas pelos parlamentares com lideranças políticas locais (como prefeitos), autoridades do governo e agentes privados (como 'escritórios de consultoria' e empreiteiras); 3) essa espécie de ética

visível

erais e representação política

A CPI do Orçamento

Essa Comissão Parlamentar de Inquérito foi criada para investigar denúncias – feitas por José Carlos Alves dos Santos, ex-funcionário da Comissão de Orçamento do Senado e ex-diretor do Departamento de Orçamento da União – de participação de parlamentares em irregularidades ocorridas durante a elaboração e a execução do orçamento da União. Composta por deputados e senadores, a CPI começou a atuar em 20 de outubro de 1993 e apresentou, em 21 de janeiro de 1994, relatório final propondo a cassação do mandato de 18 parlamentares e a continuação das investigações sobre 11 deputados. A análise deste artigo baseia-se, sobretudo, nas investigações da CPI e em entrevistas e observações efetuadas em Brasília durante o primeiro semestre de 1996.

baseada na ligação às 'bases' torna pouco nítida e fluida a fronteira que, na atuação parlamentar, separa o legal do ilegal.

Um dos símbolos associados com maior frequência à política é o Congresso Nacional. Estão entre as atribuições do Senado e da Câmara discutir e propor leis e fiscalizar as ações do Poder Executivo. Os deveres e direitos dos parlamentares manifestam-se, no cotidiano do Congresso, em atividades como votações, debates (nas comissões permanentes e em plenário) e investigações, através de Comissões Parlamentares de Inquérito (CPIs). Graças ao trabalho da imprensa, esse é o lado mais visível da atividade parlamentar e da própria atividade política (excluindo-se os períodos eleitorais).

No entanto, uma parcela significativa dos parlamentares não restringe suas atividades a essa face mais pública, à qual sua imagem está mais vinculada. Em graus diferentes – pois deputados e senadores, contrariando o senso comum, não formam uma categoria homogênea nem se relacionam do mesmo modo com suas 'bases eleitorais' –, os parlamentares empenham-se em viabilizar o atendimento dos 'pleitos', isto é, os pedidos particularistas encaminhados, sobretudo, por prefeitos e lideranças políticas locais, relativos em especial à obtenção de recursos federais.

Assegurar a liberação de recursos para os estados, regiões e municípios que representam é algo visto por deputados e senadores como um 'dever parlamentar', o que remete a uma espécie de moral própria ao universo político. Esse, porém, é um aspecto mais 'invisível' do trabalho político. Se dirigirmos o foco da análise para essa atividade

(liberar recursos para estados e municípios), o que podemos descobrir sobre as relações, práticas e concepções que estruturam nosso universo político?

A 'luta' por recursos e o orçamento da União

Um dos principais instrumentos de gestão financeira do estado, o orçamento contém a previsão de receitas e despesas da administração pública no período de um ano fiscal. Em termos ideais, concretizam-se no orçamento as decisões sobre como e em que programas e ações serão aplicados os recursos federais (ver 'Os instrumentos orçamentários').

Com a promulgação da Constituição de 1988, os parlamentares recuperaram o poder de intervir na elaboração do orçamento. Os recursos federais que podem ser transferidos aos municípios – além das transferências obrigatórias definidas no texto constitucional – são os incluídos na parcela destinada a 'investimentos'. Nos últimos anos, essa parcela variou em torno de 1,5% a 2% do total do orçamento – esse valor total alcançou R\$ 312.777 bilhões, em 1996, e R\$ 428.927 bilhões, em 1997.

Em geral, o acesso dos políticos locais a essas verbas segue dois caminhos: emendas orçamentárias dos parlamentares e programas ministeriais que

utilizam as chamadas 'dotações globais' (recursos cuja destinação é definida pelo ministro da pasta). A Lei Orçamentária, porém, tem caráter apenas autorizativo – a decisão final a respeito da liberação dos recursos cabe na verdade ao Executivo.

A análise das emendas ao orçamento revela que os parlamentares destinam os recursos preferencialmente para municípios e estados aos quais estão vinculados politicamente. Em geral, sua reputação e suas chances eleitorais estão associadas à capacidade de aprovar e depois liberar os recursos. Este tem sido um dos meios pelos quais os parlamentares constroem e consolidam suas redes políticas. Um dos efeitos do interesse em beneficiar os estados e municípios que representam é a introdução e legitimação – no plano da elaboração e execução do orçamento – da concorrência entre os congressistas pela liberação de verbas federais. Assim, do ponto de vista do orçamento e da intervenção parlamentar neste, o governo federal aparece recortado por distintos e concorrentes interesses locais.

no conjunto das relações políticas.

Em linhas gerais, os prefeitos esperam dos parlamentares pequenos favores, o encaminhamento de seus interesses junto à burocracia federal e, principalmente, a obtenção de verbas federais para investimentos. Já os parlamentares atendem os pedidos para obter o domínio político das lideranças locais, criando dívidas morais e, portanto, estabelecendo uma relação de dependência pessoal. A mediação dos pedidos é um meio para obter votos de eleitores e apoio político de lideranças locais. É nesse contexto de dívidas e créditos pessoais que se inscreve a relação entre os parlamentares e as lideranças políticas locais. E os parlamentares acreditam que é o trabalho em torno dos pedidos – e não a atividade legislativa – que traz votos.

A expectativa do parlamentar, portanto, é a de que os favores prestados e as verbas liberadas ajudem a consolidar sua reputação na 'base' e sejam retribuídos com o apoio político em futuras candidaturas. Se os prefeitos dependem dos parlamentares para obter recursos federais, os parlamentares tornam-se dependentes dos prefeitos por precisar do seu apoio para montar e expandir suas redes políticas nos municípios.

Os instrumentos orçamentários

Com a Constituição de 1988, três instrumentos passaram a regular o processo de planejamento e alocação dos recursos federais: o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). As propostas para o PPA, a LDO e a LOA são elaboradas nos órgãos do Executivo e encaminhadas pelo presidente da República, em momentos distintos, ao Congresso, onde são analisadas, alteradas e votadas na Comissão Mista de Planos, Orçamentos Públicos e Fiscalização. O PPA, que contém as metas e prioridades para o planejamento das ações do governo no prazo de quatro anos, orienta a elaboração tanto da LDO (que define a parcela das metas do PPA a ser realizada ao longo de um ano) quanto da LOA (que detalha a programação do exercício financeiro).

Interdependência entre parlamentares e lideranças locais

O interesse dos parlamentares em obter recursos federais para suas 'bases' e sua atuação nos órgãos ministeriais para liberar essas verbas podem ser mais bem compreendidos se examinados no contexto das relações de dependência mútua e assimétrica que vinculam os parlamentares às lideranças políticas locais (por um lado) e às autoridades governamentais (por outro).

A disposição de deputados e senadores para atender os 'pleitos' das lideranças políticas de suas 'bases eleitorais' está ligada às expectativas que tais lideranças têm em relação aos parlamentares. Mas o vínculo entre parlamentares e prefeitos não é uma relação de mão única. Os parlamentares também têm expectativas em relação às lideranças políticas que contam com seu apoio e empenho. Socialmente produzidas, tais expectativas e obrigações mútuas estão, em grande medida, associadas às posições que esses agentes sociais ocupam

Interdependência entre parlamentares e governo

Para que os favores sejam concedidos, e para que os recursos federais sejam liberados, é essencial que os parlamentares atuem também nos órgãos ministeriais. Eles fazem isso sobretudo através de 'pedidos políticos' ('pleitos'). A realização dos pedidos é considerada uma prática rotineira e geral tanto pelos parlamentares quanto pelas autoridades governamentais.

O poder efetivo do parlamentar reside – de acordo com seu prestígio – na capacidade de fazer com que os pedidos sejam 'agilizados' e 'priorizados' na burocracia governamental. Se o controle do governo sobre a execução orçamentária define o poder deste frente aos parlamentares, o voto do parlamentar no Congresso dá a este poder em relação ao governo. Mas nem todo 'pedido político' é atendido pelo governo. A prioridade é dada aos encaminhados ('apadrinhados') por deputados e senadores que apóiam as iniciativas do governo (os 'governistas'). Para assegurar isso, o Poder Executivo mantém um sistema de informações sobre a atuação dos parlamentares (votação, discursos etc.) que funciona como um instrumento de administração federal. Como entre prefeitos e parlamentares, a relação entre ministros e parlamentares em torno do atendimento dos pedidos e do apoio ao governo segue, de

modo geral, o modelo da dívida-crédito pessoal.

Um dos efeitos da preferência do Poder Executivo pelos 'pleitos' de políticos governistas é a aproximação entre as lideranças políticas locais e os parlamentares de partidos e grupos que têm o controle do governo. Constata-se, assim, que tanto o atendimento das demandas particularistas por parlamentares quanto a aproximação entre estes e o governo (práticas conhecidas, respectivamente, como clientelismo e governismo) são fenômenos sociais que se articulam e se fomentam mutuamente.

Condutas políticas e práticas corruptas

A atuação dos parlamentares para atender os 'pleitos' que recebem e garantir a liberação de recursos para suas 'bases eleitorais' está associada a um conjunto de práticas tidas como irregulares, tanto do ponto de vista legal quanto ético, como demonstraram as investigações da CPI do Orçamento.

No Brasil, os debates públicos sobre a corrupção têm privilegiado a dimensão individual, em geral tratando o fenômeno como um problema de desvio ético. Pouco se tem refletido sobre a ligação da corrupção com as relações e práticas políticas e administrativas tidas como legítimas. O que se nota, no entanto, é que a corrupção não funciona se não estiver apoiada em objetivos mais amplos que o enriquecimento pessoal. Se as práticas ditas corruptas são analisadas no contexto das relações sociais entre parlamentares, prefeitos, autoridades do governo e agentes privados, constata-se que a apropriação irregular de recursos públicos não está descolada da busca de prestígio, votos, apoio político, cumprimento de compromissos pessoais e atendimento de obrigações e expectativas políticas – o que torna a situação bem mais complexa.

A representação parlamentar sob uma nova ótica

A atuação dos parlamentares com vistas à liberação de recursos federais está, portanto, inscrita em um sistema complexo de relações de dependências mútuas e assimétricas, constituído, entre outros, por representantes dos poderes 'locais' e 'nacional' e por agentes privados. A extensão e a força das relações associadas ao atendimento das demandas locais por verbas federais decorrem, em grande medida, dos distintos interesses que mobilizam e articulam.

Nos estudos sobre os poderes Legislativo e Executivo, os favores e serviços prestados aos eleitores, os vínculos de lealdade, os esforços para a liberação

de recursos destinados a municípios, as trocas de favores entre os parlamentares e as negociações envolvendo seu apoio ao governo só são mencionados como aspectos marginais – quando não são rotulados de 'clientelismo', 'fisiologismo' ou 'corrupção' (ver 'Relações clientelistas'). No entanto, o argumento de que tais elementos são secundários não se sustenta se analisarmos as diferentes áreas governamentais, instituições e domínios políticos nos quais eles se fazem presentes e operam.

Examinar essas práticas em sua 'positividade' – identificando seu lugar na estruturação da vida social, evitando um discurso apenas negativo em relação a elas – pode ajudar a perceber como as trocas de serviços e benefícios materiais (sob a forma de favores) e as relações de dependência pessoal estruturam as relações políticas e definem um modo específico de operar do Estado.

O exame do conjunto de práticas e relações associadas à atuação parlamentar no sentido da obtenção de recursos para os estados e municípios que representam faz emergir outra imagem de deputados e senadores. Estes aparecem não só como porta-vozes de diferentes pontos de vista e interesses da sociedade, elaboradores de leis ou fiscalizadores do Poder Executivo, mas, sobretudo, como mediadores de demandas locais e interesses relacionados às suas redes políticas.

Para os próprios parlamentares, não está em jogo no atendimento dos 'pleitos' apenas a formação de 'clientelas eleitorais' (como enfatizam os estudos a respeito do clientelismo), mas o exercício de uma concepção específica de representação parlamentar. Essa forma de atuação aponta, de fato, para uma das possibilidades histórico-culturais de realização da representação política em termos práticos.

Nesse sentido, a forte ligação com os estados e municípios, o atendimento dos pedidos de verbas e a atuação fora do Congresso são elementos de uma concepção específica de representação política que valoriza os vínculos locais, a concessão de benefícios particularistas e as relações de dependência pessoal. No contexto dessas relações e concepções, a liberação de recursos federais pelos parlamentares surge, enfim, como uma espécie de necessidade que se tornou virtude.

Relações clientelistas

Uma relação clientelista caracteriza-se especialmente por ser assimétrica, isto é, por vincular pessoas que não têm o mesmo poder (econômico e/ou político), prestígio e *status*. Além disso, ela distingue-se por ser uma relação do tipo pessoal (onde predominam contatos face a face), pela troca de serviços e bens materiais e imateriais (gentilezas, deferência e proteção) entre os parceiros e por seu conteúdo moral (como noções de honra e lealdade). Em geral, o termo clientelismo tem sido usado, no Brasil, para tachar certas práticas políticas como 'atrasadas', 'tradicionais' ou 'oligárquicas'.

Sugestões para leitura

- BEZERRA, M. O.
Em nome das "bases": política, favor e dependência pessoal. Rio de Janeiro, NuAP/Relume-Dumará, 1999.
- GRAHAM, R.
Clientelismo e política no Brasil do século XIX. Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 1997.
- LEAL, V. N.
Coronelismo, enxada e voto. São Paulo, Alfa-Omega, 1975.
- TEIXEIRA, C. C. A.
Honra da política. Rio de Janeiro, NuAP/Relume-Dumará, 1998.

A fauna silvestre brasileira pode ser considerada um 'produto' rentável em potencial?

Que forma de exploração desse recurso é capaz de gerar lucros, sem ameaçar a conservação das espécies?

Essas questões instigam polêmicas entre ambientalistas, criadores, caçadores e empresários do setor há, pelo menos, três décadas.

No final dos anos 60, a Lei nº 5.197 mudou radicalmente a política brasileira de uso e conservação da fauna silvestre. Os efeitos, no entanto, não foram totalmente positivos. O caso do jacaré-do-pantanal ilustra bem o histórico e as consequências das mudanças na legislação nacional até os dias de hoje.

Guilherme Mourão

Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/Embrapa



FAUNA SILVESTRE:

proteção demais atrapalha

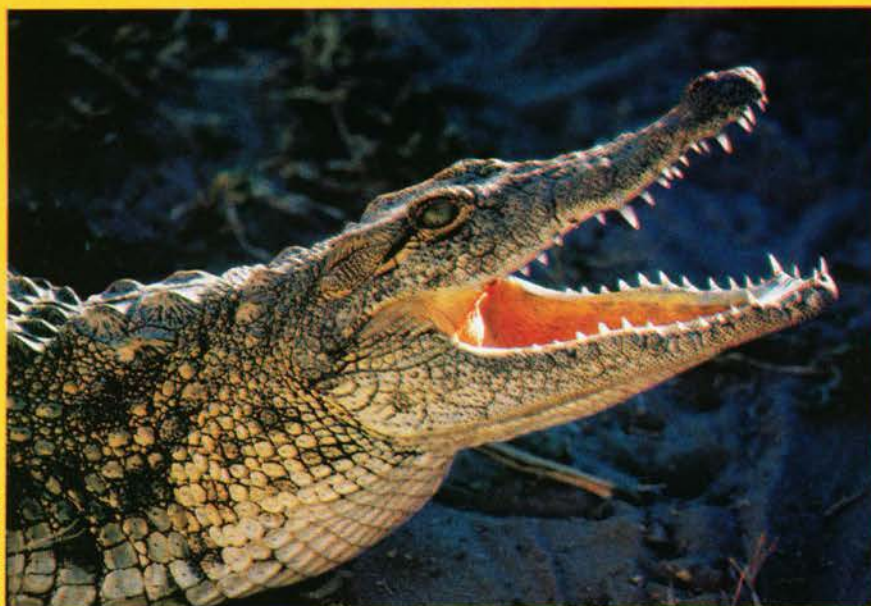


FOTO ROGÉRIO REIS/TVBA

O EXEMPLO DO JACARÉ-DO-PANTANAL

Do início do século até 1969, a exploração da fauna silvestre brasileira foi feita por meio da caça comercial. Nesse período, não foram seguidos critérios, além dos determinados pelo mercado. Não havia planos de utilização, nem monitoramento das populações. Mesmo as estatísticas comuns a qualquer atividade econômica, como quantificação de bens e riqueza produzidos, só apareceram nos anuários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a partir de meados dos anos 50. Esses registros mostram que, de 1956 a 1969, o Brasil exportou 17,9 mil toneladas de peles de animais silvestres de várias espécies. Foram gerados cerca de US\$ 290 milhões no total, ou US\$ 26,7 milhões por ano (valores corrigidos para 1995). A exploração dos jacarés foi a mais lucrativa: cerca de US\$ 6,6 milhões/ano.

No final dos anos 60, o cenário desse mercado se modificou. Em 1967, o então presidente general Humberto Castelo Branco (1897-1967) sancionou a

Lei nº 5.197, que mudaria radicalmente a política brasileira para o uso econômico da fauna silvestre. De acordo com a lei, estava proibida a caça profissional e o comércio de produtos advindos de animais silvestres. Como o governo concedeu dois anos de prazo para liquidação dos estoques, os efeitos da medida só foram sentidos a partir de 1969. Em contrapartida às proibições, foram criados mecanismos para facilitar a criação comercial e previsto o incentivo do governo à caça esportiva.

A Lei nº 5.197/67, no entanto, não foi eficaz na proteção da fauna brasileira. Espécies importantes comercialmente, como o jacaré-do-pantanal, continuaram a ser caçadas ilegalmente, enquanto houve mercado para suas peles. A maior parte da riqueza produzida por meio desse recurso foi parar na mão de contrabandistas e, assim, não houve investimento em aperfeiçoamento dos sistemas de utilização, gerenciamento e *merchandising*. Os prejuízos, a lon-

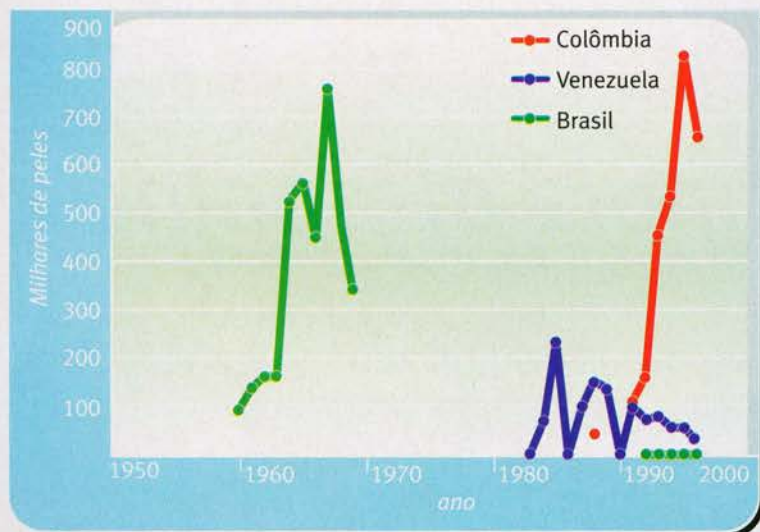


Figura 1. Evolução das exportações de peles de jacarés do Brasil, Venezuela e Colômbia

go prazo, foram enormes: o Brasil perdeu a liderança mundial nas exportações de peles de crocodilianos.

Nos anos 60, o país comercializou centenas de milhares de peles de jacarés por ano, atingindo o máximo em 1967, com 758 mil unidades exportadas (figura 1). Apesar de não haver informação oficial do número de peles exportadas entre 1970 e o início dos anos 90, fontes ligadas a organismos internacionais, como a Convenção Internacional sobre o Comércio de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagens (Cites) e a Traffic (ligada à União Internacional para Conservação da Natureza), revelam que os números ficaram em torno de centenas de milhares, podendo ter chegado a 1 milhão de peles ao ano.

Entretanto, a partir de 1992, o Brasil conseguiu exportar apenas umas poucas centenas de peles por ano, produzidas em criadouros legais. Primeiro a Venezuela, manejando populações naturais de jacarés-dos-llanos (*Caiman crocodilus crocodilus*), e depois a Colômbia, com animais (principalmente *Caiman crocodilus fuscus*) provenientes de criadouros, tomaram a liderança tradicionalmente ocupada pelo Brasil no comércio mundial.

CRIADOUROS, DO AUGE À DECADÊNCIA

Nos anos 80, o preço das peles de jacaré estava em alta. A cada ano, centenas de milhares de unidades saíam ilegalmente do Pantanal para suprir grande parte do mercado internacional. A opinião pública pressionava as autoridades para a contenção da caça clandestina e a criação de jacarés foi eleita, pela imprensa, como a solução para o problema. A revista

Senhor, de novembro de 1986 (nº 25), alardeava:

"A criação é simples e há quem pretenda lucrar US\$1,1 milhão com o abate de

400 animais." A *IstoÉ*, de 22 de abril de 1987, informava que uma pele curtida de 'jacaré' valia entre US\$ 200 e US\$ 300 no mercado internacional e que a criação desses animais poderia oferecer um lucro 400% maior do que a pecuária no Pantanal. A *Folha de S. Paulo* estampava em 10 de abril de 1990: 'Ibama [Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis] apela ao lucro para incentivar a criação de jacarés e preservar a espécie'.

Em fevereiro de 1990, o Ibama publicou a Portaria nº 126, específica, para regulamentar a produção de jacaré-do-pantanal, determinando cotas de extração de ovos em ninhos encontrados na natureza e estabelecendo o 'ciclo aberto' (ver 'Modelos de criação de crocodilianos') como o modelo oficial de criação do jacaré-do-pantanal. Vários produtores obtiveram licenças para operar criadouros comerciais. No Pantanal norte, muitos fazendeiros criaram cooperativas, como a Tecnocaiman, na região de Poconé, e a Cocrijapan, em Cáceres. Estima-se que, de 1992 a 1994, as duas cooperativas tenham extraído mais de 200 mil ovos de habitats naturais do Pantanal. Já no Pantanal sul não se formaram cooperativas e, em geral, os criadouros operaram com menor número de ovos e tecnologia mais evoluída.

O otimismo em relação aos criadouros de jacarés como forma de suprir o mercado e conter a caça clandestina chegou ao ápice em 1992, quando os caçadores pararam de atuar no Pantanal. Mas o súbito 'fim' da caça ilegal coincidiu com o surgimento de uma moda avessa aos produtos provenientes de animais silvestres, impulsionada durante a Rio-92, o que determinou baixas espetaculares nos preços das peles de crocodilianos, tendência que perdura. Além disso, protecionistas norte-americanos incluíram o jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*, ou *Caiman yacare*, ou *Caiman sclerops yacare*) na 'Lei das espécies ameaçadas' (*US Endangered Species Act*), impondo restrições ao comércio de produtos dessa espécie nos Estados Unidos. Se a real motivação para esse ato foi preservar o jacaré-do-pantanal ou incentivar o mercado interno a consumir peles de *alligators* (jacarés daquele país), é uma questão que ainda gera discussões. De qualquer forma, isso dificultou ainda mais a vida dos produtores brasileiros.

Em todo o Pantanal, os principais criadouros paralisaram ou reduziram suas atividades. No Pantanal norte, as cooperativas de Cáceres e de Poconé não coletam ovos desde 1995. Até 1996, a Tecnocaiman tinha cerca de 30 mil peles cruas e 10 mil peles curtidas estocadas no Brasil, além de quase 50 mil peles curtidas 'enchalhadas' no Panamá. No Pantanal sul, dos 13 criadouros registrados, apenas três solicitaram coleta de ovos em 1997 e apenas um em 1998. Somente 1.000 peles provenientes

MODELOS DE CRIAÇÃO DE CROCODILIANOS

Ciclo fechado ou *farming*: todas as etapas do ciclo produtivo do jacaré ocorrem em cativeiro, incluindo cópula, postura, incubação, eclosão dos ovos e desenvolvimento dos filhotes até o tamanho de abate (figura 2a). As matrizes são mantidas em cativeiro e há necessidade de recintos grandes, com ambiente aquático e terrestre, além de pessoal treinado para lidar com jacarés adultos e potencialmente perigosos. O investimento é elevado, em torno de US\$ 80 mil para um criadouro pequeno, por exemplo. Só é viável economicamente se originar produtos de alto valor comercial.

Ciclo aberto ou *ranching*: as etapas de cópula, nidificação (construção de ninhos) e postura ocorrem nos habitats naturais (figura 2b). Os criadores procuram pelos ninhos de jacarés nos capões e cordões de mata e cerrado, nas proximidades de corpos d'água como rios e banhados. Os ovos são incubados e os filhotes criados até o abate. Os custos com matrizes são evitados e, por isso, o investimento é menor do que no modelo de ciclo fechado. Este modelo é viável mesmo com produtos a preços intermediários.

Caça comercial ou *harvesting*: toda a etapa produtiva ocorre nos habitats naturais (figura 2c), implicando baixo investimento. Uma fração da população dos animais é caçada e comercializada em períodos regulares (por exemplo, a cada ano). Não há custos com instalações ou manutenção. É viável mesmo com produtos de valor relativamente baixo. No Pantanal Mato-grossense, a caça clandestina operou no final dos anos 80.

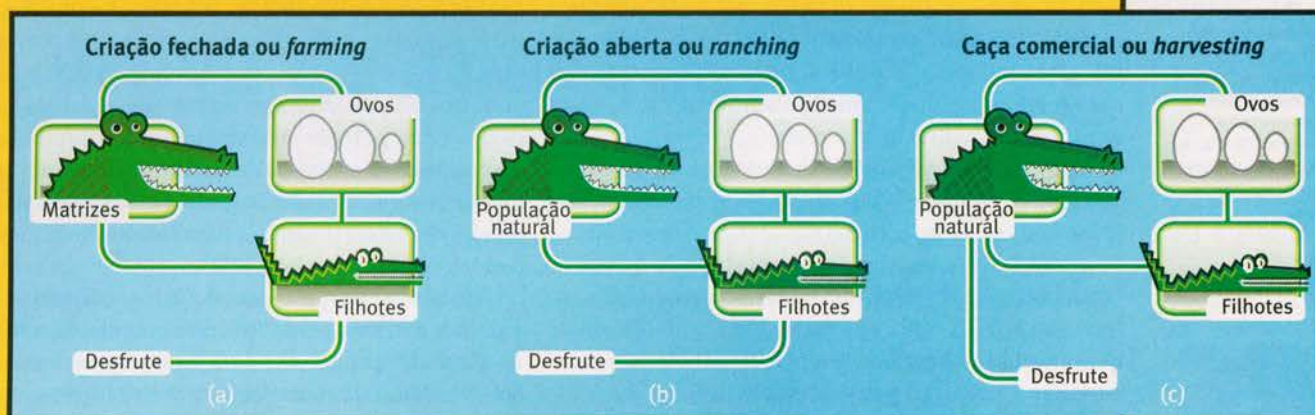


Figura 2. Sistemas de produção de jacarés

de criadouros localizados no Mato Grosso do Sul foram comercializadas até 1998.

Em meio a tantos problemas, uma boa notícia. Um criadouro brasileiro tem manufaturado produtos (bolsas, sapatos etc.) de boa qualidade, derrubando o preconceito de que não existia no país tecnologia para o beneficiamento de peles de crocodilianos. O processo é dificultado pela necessidade de remoção das estruturas ósseas da pele dos jacarés (osteodermas). Ainda no Pantanal sul, outro criadouro vinha obtendo sucesso com venda de carne, mas está reduzindo suas atividades e não pediu autorização para coleta de ovos em 1998.

O EXEMPLO DOS VIZINHOS

O mercado mundial de produtos oriundos da fauna silvestre é estimado entre US\$ 5 e US\$ 10 bilhões e tem forte participação de países como Estados Uni-

dos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia, onde a exploração desse recurso tem real importância econômica. Vários países de economia emergente também vêm tentando consolidar sua presença nesse cenário. A Venezuela, por exemplo, tem programas eficazes de exploração das populações naturais de jacarés e capivaras. O programa de utilização de jacarés começou em 1983, com cerca de 2.000 animais caçados, mas em pouco tempo passou a produzir de uma a duas centenas de milhares de peles anualmente no mercado internacional. O modelo adotado é do tipo 'manejo adaptativo', ou seja, aquele em que as autoridades têm o direito de mudar os critérios, sempre que for necessário para a manutenção dos estoques ou sustentabilidade da atividade.

A Argentina é tradicional exportador de produtos oriundos de animais silvestres. A maior parte de seu território está localizada em regiões muito ao sul, o que dificulta a existência de popula-





ções densas de crocodilianos. Ainda assim, a província de Santa Fé criou um programa de pesquisa e repovoamento do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), e recentemente essa província solicitou à Cites mudança do enquadramento das populações de jacarés-do-papo-amarelo do 'apêndice I' (mais restritivo em relação ao comércio) para o 'apêndice II' (menos restritivo). Em alguns anos, é provável que a Argentina aproveite comercialmente as populações naturais de jacarés, a exemplo do que faz com outras espécies.

Já o Paraguai, que possui em seu território apenas cerca de 12 mil km² de Pantanal, contra os 140 mil km² em território brasileiro, obteve junto à Cites uma cota experimental de 10 mil jacarés-do-pantanal para o ano de 1998 e 300 mil peles do lagarto teiú. O interesse paraguaio nesse mercado sempre existiu. Na segunda metade dos anos 80, os confrontos armados entre a polícia florestal brasileira e caçadores paraguaios, atuando em território brasileiro, foram relativamente comuns.

Com o desenvolvimento tecnológico no processamento da matéria-prima e a oferta de peles 'legais' provenientes de criadouros brasileiros e da caça no Paraguai, haverá uma tendência de abertura do mercado interno para produtos confeccionados com peles de jacarés. A implantação do Mercosul derrubará as fronteiras econômicas entre Brasil, Argentina, Uruguai, Paraguai e possivelmente Bolívia. Assim, será desvantajoso para o Brasil manter uma legislação mais restritiva para o uso da fauna silvestre do que a de nossos vizinhos. Será frustrante para o empresariado nacional ver os consumidores brasileiros comprarem bolsas e sapatos de couro de jacaré manufaturados na Argentina, legalizados no Paraguai e extraídos dos brejos do Pantanal brasileiro.

MATAR PARA PROTEGER?

Muitos pesquisadores sugerem que explorar a fauna silvestre por meio de caça controlada pode ser um meio eficaz de protegê-la. Vamos, então, matar para proteger? A questão provoca controvérsias em muitos países, mas há, pelo menos, dois motivos para crer que o manejo com finalidade econômica (caça comercial criteriosa) pode ser importante para a conservação da vida silvestre no Brasil.

Primeiro, o manejo pressupõe o monitoramento da população explorada, possivelmente executado com recursos gerados pela própria atividade. Sem um retorno econômico direto, será difícil viabilizar no país o monitoramento das populações silvestres

por várias razões: escassez de recursos para pesquisa básica e conservação, grande extensão territorial, grande diversidade dos biomas e incapacidade das instituições de pesquisa e órgãos governamentais de gerência ambiental para monitorar toda a fauna brasileira a fundo perdido.

A falta de monitoramento é um perigo para a conservação da fauna. Espécies podem ser extintas antes mesmo de a sociedade se dar conta. Por exemplo, só se soube que a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) representava um problema de conservação quando a espécie já estava ecologicamente extinta, ou seja, quando só restava um indivíduo no habitat natural.

Em segundo lugar, quando se valoriza uma população silvestre é usual conservar seus habitats, nos quais vivem também outras espécies destituídas de valor econômico imediato, mas que se beneficiarão com a conservação desses ambientes. Em um país onde até há pouco tempo matar uma marrequinha para saciar a fome era crime inafiançável, mas desmatar áreas extensas de cerrados e florestas para formar pastos ou produzir lenha é visto com naturalidade, qualquer incentivo para conservar a integridade dos habitats é louvável.

Apenas a minoria das espécies silvestres, no entanto, pode ser explorada diretamente da natureza. As mais apropriadas para tanto devem apresentar altas taxas de reprodução e distribuição geográfica ampla, entre outras características. O jacaré-do-pantanal, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e o porco-monteiro (como é chamado no Pantanal o porco asselvajado) são bons candidatos. Espécies com baixas taxas de crescimento populacional e com distribuição geográfica restrita e fragmentada, como as lontras (*Lutra spp*) e a ararinha (*Pteronura brasiliensis*), não devem ser caçadas comercialmente. Mesmo nos casos de espécies apropriadas, porém, os órgãos encarregados da gerência do recurso (Ibama e secretarias estaduais de meio ambiente) devem ter a prerrogativa de alterar os critérios de exploração sempre que necessário.

O Brasil deve abrir mão do jacaré como um produto? Certamente, deve-se diversificar os subprodutos (carne, *souvenir*, turismo) oriundos desse animal, para valorizar mais o recurso e, eventualmente, viabilizar alguns criadouros. No entanto, só uma alternativa parece capaz de devolver ao Brasil condição de destaque no mercado internacional de produtos oriundos de animais silvestres: a reforma da legislação brasileira para permitir o manejo da fauna, ou seja, a caça comercial criteriosa, monitorada, fiscalizada e cientificamente embasada. ■

Sugestões para leitura

- CAMPOS, Z.; G. MOURÃO e M. COUTINHO. 'Propostas de pesquisa e manejo para o jacaré-do-pantanal, *Caiman latirostris*', in *Memorias del workshop sobre conservación y manejo del Yacaré Overo Caimán latirostris*, La Region/ Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Argentina, 1994.
- MAGNUSSON, W. E. & MOURÃO, G. 'Manejo extensivo de jacarés no Brasil', in C. Valladares-Pádua e R. E. Bodmer (ed.), *Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil tropical*, MCT-CNPq/ Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, D.F., 1997.
- MOURÃO, G. e outros. 'Size structure of illegally harvested and surviving caiman in Pantanal, Brazil', in *Biological Conservation*, v.75, p.261, 1996.
- MOURÃO, G. 'Uso comercial da fauna silvestre no Pantanal: lições do passado', in *Anais do 2.º Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação* (Corumbá, 1996), Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, 1999.



As turbinas, que geram 165 MW cada, agora são movidas pelos gases gerados na própria siderúrgica

ENERGIA CSN inaugura termelétrica que polui menos e proporciona economia de eletricidade

À prova de apagões

A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) desenvolveu uma central termelétrica que produz eletricidade utilizando os gases gerados pela própria siderúrgica instalada em Volta Redonda (RJ), sem queimar gás ou óleo combustível. Usando subprodutos que antes eram desperdiçados, a central proporcionará uma economia de US\$ 33 milhões por ano à Companhia. Essa redução de custos irá cobrir os US\$ 300 milhões investidos na construção da termelétrica, financiados em sua maior parte (US\$ 264 milhões) pelo Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

A termelétrica começou a funcionar no final do ano passado e é a maior da rede privada no país. Ela gera 230 megawatts (MW), eletricidade suficiente para iluminar uma cidade de 1,5 milhão de habitantes, como Curitiba (PR). Isso equivale a cerca de 60% da energia que a siderúrgica precisa para operar e representa um passo em direção à auto-suficiência energética da CSN. "Agora, todas as linhas de produção continuam funcionando em casos de

oscilação ou pane do sistema elétrico", assegura Edmar Lopes, engenheiro responsável pela construção da central. Como a CSN deixou de captar essa energia do sistema elétrico nacional, a central também passou a beneficiar indiretamente a população, sobretudo da região Sudeste, por diminuir os riscos de sobrecarga.

A nova central substitui a antiga usina termelétrica que há 40 anos produzia apenas 15 MW e em casos de apagões garantia o funcionamento apenas dos setores de emergência. Assim como a antiga, a nova termelétrica produz, além da eletricidade, vapor de processo e ar soprado, gases usados nas linhas de produção da siderúrgica.

Engenheiros e técnicos de mais de 15 países estiveram envolvidos no desenvolvimento e na construção, executada em um modelo de pacote fechado (*turn-key*) pela multinacional alemã Siemens. Totalmente automatizada, quase toda a manutenção da central pode ser feita através dos computadores da sala de controle.

Eletricidade ecológica

A central reduziu drasticamente a emissão dos gases de alto-forno, de coqueria e de aciaria, agora usados para mover suas turbinas. A dispersão dos gases também é facilitada pela torre de 110 m, a mais alta da siderúrgica. "Estamos atendendo plenamente a legislação ambiental, emitindo entre 8% e 10% da quantidade máxima permitida de gases", diz Edmar Lopes.

Mesmo produzindo 15 vezes mais energia que a antiga termelétrica, a nova central capta 25% menos água, o equivalente a 110 m³ por segundo. A redução tornou-se possível pelo uso de um sistema de refrigeração que opera em circuito fechado. "Esse sistema também eliminou o despejo de água quente no rio", acrescenta Luiz Cláudio Ferreira Castro, superintendente geral de meio ambiente da CSN.

A dispersão dos gases é facilitada pela torre de 110 m, a mais alta da siderúrgica



Bruno Magalhães
Ciência Hoje/RJ



ECOLOGIA Vazamento de óleo da Petrobras reforça processo de degradação histórica da zona costeira

500 anos de degradação

Durante quatro horas, um volume estimado em 1,34 milhão de litros de óleo vazou de um duto da refinaria de Duque de Caxias, causando o maior desastre ecológico já ocorrido na baía da Guanabara

É indiscutível a importância ambiental, econômica e social associada aos manguezais, bem como a atuação do processo de degradação que historicamente tem vitimado esse tipo de ecossistema por toda a zona costeira brasileira. Também é indiscutível a completa falta de respeito aos inúmeros dispositivos legais que lhe conferem desde 1965, teoricamente proteção absoluta, esquecida criminosamente e impune-

mente por inúmeras vezes pelos poderes que constitucionalmente deveriam atuar em sua proteção e gerenciamento e não na legalização do ilegalizável.

O que aconteceu na baía da Guanabara desde o dia 18 de janeiro nada mais é do que a continuidade desse processo histórico, de uma cultura baseada na pilhagem e na impunidade, na 'cultura do pau-brasil' – o uso e abuso dos recursos naturais até

seu esgotamento. Assim tem sido nos últimos 500 anos. Talvez com este evitável derrame possamos de fato criar um divisor de águas de nossas tumultuadas relações com o complexo de ecossistemas desta que foi uma das mais belas baías de nosso planeta.

Diário de um acidente anunciado

Havia chegado há pouco mais de uma hora de viagem de Parati,



Encharcados de óleo, os caranguejos agonizantes tentavam salvar-se sem sucesso, subindo nas árvores de mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) também completamente impermeabilizadas pelo óleo

onde junto com agentes do Instituto Estadual de Florestas (IEF) havíamos paralisado um loteamento em fase de instalação sobre o manguezal do Jabaquara, quando o telefone tocou. Eram 23h15 do dia 18 de janeiro, quando fiquei sabendo, avisado pela imprensa, que havia ocorrido um grande vazamento de óleo oriundo de dutos da refinaria de Duque de Caxias, da Petrobras. Não consegui acreditar no que ouvi em pouco mais de dois anos, o mesmo sistema de dutos, que em 1997 já comprometera uma expressiva parcela de manguezais, novamente havia se rompido. Mas só na tarde do dia 19, ao sobrevoar a área, pude ver o que acontece quando qualquer empresa se transforma numa caixa-preta ambiental, acima do bem e do mal.

A mancha de óleo se estendia transversalmente à entrada da baía da Guanabara, projetando-se dos manguezais de Duque de Caxias em direção ao município de São Gonçalo, do outro lado da baía. Como que pintado a mão, seu efeito sobre os costões e praias das ilhas que se encontravam em seu cami-

nho era devastador. Na parte continental, os estragos ambientais se multiplicavam nos municípios de Duque de Caxias e Magé. Enquanto homens contratados às pressas recolhiam toneladas de areia das praias do Limão, Mauá e Olaria, extensas áreas de manguezais daqueles dois municípios eram tingidas e atingidas em cheio pelo óleo vazado. Mais uma vez, fiquei completamente impotente com o que vi no dia 20, quando finalmente consegui penetrar os manguezais do rio Suruí, em Magé.

Em 15 anos trabalhando a fa-

vor do gerenciamento inteligente dos manguezais, presenciei as maiores barbaridades cometidas contra esse ecossistema no litoral sul fluminense, onde apenas nos últimos 30 anos, 2.000 hectares de manguezais foram convertidos em marinas e loteamentos; 60% de sua cobertura original apenas no município de Angra dos Reis foram consumidos. Revoltei-me dezenas de vezes com a cumplicidade ativa e passiva do poder público diante do ilegal e atroz processo de degradação dos manguezais, mas o que vi naquela manhã causou-me indignação.



Quando as bóias foram colocadas junto à foz do rio Suruí (Magé), seis dias após o derramamento, era tarde demais, pois os manguezais da região estavam há quase uma semana encharcados de óleo

As árvores do mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue-negro (*Avicennia schaueriana*), 'pintadas' de óleo pelas marés altas, revelam a extensão dos danos do vazamento no ecossistema



Redes de pescadores foram danificadas pelo óleo que impregnou aves, como o socó-dorminhoco (à direita), impedindo durante semanas as atividades de pesca na região

Inferno negro

O que foi um dos mais belos bosques de manguezais da baía da Guanabara transformou-se em um verdadeiro inferno negro. Milhares de caranguejos peram-

bulavam quase sem forças por poças de óleo ou caíam nelas, sepultando quaisquer esperanças de sobrevivência. Outros tentavam fugir, subindo em árvores e arbustos, marcando-os com seus apêndices encharcados de óleo, de onde despencavam sem forças.

A impermeabilização do sistema radicular bem como das demais estruturas aéreas características dos manguezais sufocavam paulatinamente os vegetais. A progressiva absorção dos elementos tóxicos pela vegetação somava-se a temperaturas escaldantes produzidas no substrato, resultado da interação da radiação solar com a manta negra que recobria praticamente todo o manguezal. O cheiro após alguns minutos no interior do bosque provocava náuseas e era sufocante. Quanto mais corria os olhos pela manta de óleo e pelas árvores, mais crustáceos podia observar parados quase como que em transe, lentamente agonizando enquanto o óleo escorria dos corpos.

Nos currais e manguezais adjacentes, diversos barcos com pescadores e voluntários corriam contra o tempo, tentando resgatar aves impregnadas de óleo, transportando-as a um 'hospital de campanha' instalado na praia do Limão, inicialmente comandado por técnicos do IEF e posteriormente por oceanógrafos contratados pela empresa poluidora que tentavam trazer alguma esperança para biguás, socós e garças.

Sem dúvida a solidariedade foi imensamente mais forte do que a competência demonstra-



da pela empresa petrolífera. Dezenas de pessoas chegavam dos mais distintos lugares, procurando de alguma forma ajudar a salvar as vidas de aves e crustáceos, por mais impossível e difícil que parecesse a tarefa.

Funcionários da Petrobras, destacados para descascar esse imenso 'abacaxi de óleo', agiam de forma profissional e atenciosa, tentando resolver os inúmeros problemas de infra-estrutura, gerados pela necessidade de água quente, equipamentos, medicamentos, alimentação e abrigo para animais e técnicos, sem o necessário, imediato e maciço apoio material de sua empresa.

Desde o primeiro momento em que cheguei a Magé, o que pude observar foi a mais completa falta de estrutura material, pessoal e de metodologia para controle do acidente por parte da Petrobras. Primeiro, eram 500 mil litros de óleo, depois foram 800 mil e finalmente chegaram aos prováveis 1,3 milhão. Falou-se inicialmente em 20 ou 30 minutos de vazamento para depois serem confirmadas longas quatro horas. As versões para o acidente variam: falha no sistema de monitoramento, falha humana, erro no projeto do duto, falta de bóias, sabotagem.

Só na manhã do dia 24, seis dias após o início do acidente, foram colocadas as bóias na foz do rio Suruí, para 'proteger' o ecossistema. Tarde demais para os manguezais da região.

Depois da tormenta

No momento estão sendo criados grupos que visam avaliar a dimensão dos danos ocorridos nos manguezais e as técnicas que poderão ser empregadas em sua recuperação. Visando de forma emergencial mitigar as perdas ocorridas nas áreas mais impactadas pelo óleo, assim co-



Apesar das tentativas de limpeza realizadas por voluntários, é inestimável o número de aves mortas no desastre



Os danos ecológicos são mais perversos e devastadores quando atingem os caranguejos: 60% das fêmeas observadas estavam ovadas e 100% desses animais morreram nas áreas mais atingidas



Estima-se que os manguezais da região, como este em Magé, levem de três a 10 anos para se recuperar dos impactos do vazamento

mo ocupar a mão-de-obra ociosa – catadores de caranguejos, especializados em lidar com o ecossistema e diretamente prejudicados pelo derramamento –, deverão ser iniciadas atividades de recuperação de manguezais degradados por outros motivos. Serão criadas três frentes/núcleos de trabalho nos municípios de Duque de Caxias, Magé e São Gonçalo.

Quem sabe assim seja possível reverter o processo que transformou a baía da Guanabara em uma grande lata de lixo e esgoto e os brasileiros possam pagar a dívida ambiental que têm com ela.

Mario Moscatelli

Gerente da Política Estadual de Manguezais/RJ

Energia do futuro

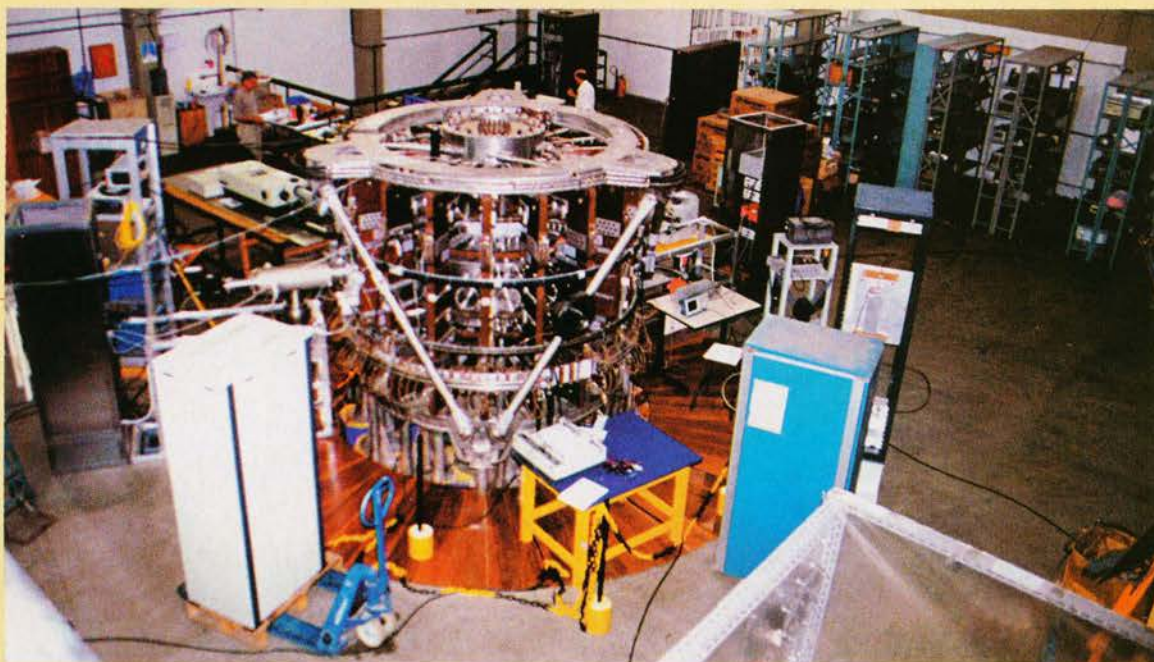


FOTO: CEDMA POR NASSIMMENTO/USP

Já está em funcionamento no Laboratório de Física de Plasmas da Universidade de São Paulo o tokamak TCABR (Tokamak Brasileiro de Aquecimento Alfvén). Os tokamaks são máquinas para confinamento de plasma (gás totalmente ionizado, composto de elétrons e núcleos atômicos leves de alta energia) de altas temperaturas na presença de campos magnéticos adequados. É nesse tipo de equipamento que são feitas pesquisas científicas e tecnológicas capazes de viabilizar, a longo prazo, os reatores de fusão nuclear – alternativa vantajosa sobre os reatores de fissão na produção de energia. O reator de fusão dispensa a estocagem por dezenas de milhares de anos dos produtos de fissão, o chamado lixo radioativo, e é, por sua própria concepção, intrinsecamente seguro.

Os tokamaks foram concebidos na extinta URSS, nos anos 50, com a participação dos físicos Andrei D. Sakharov (1921-1989),

Igor Y. Tamm (1895-1971) e Nikolai N. Bogoliubov (1909-). Diante do seu sucesso, os Estados Unidos e outros países desenvolvidos os adotaram a partir dos anos 70 como as máquinas mais viáveis para constituir a base dos reatores de fusão. No Instituto de Física da USP um pequeno tokamak foi construído e se tornou operacional em 1980.

Considerado de médio porte, o tokamak TCABR tem as seguintes características: raio maior = 0,61 m; raio menor = 0,18 m; campo magnético toroidal = 1,2 Tesla; corrente de plasma máxima = 120 quiloampères (kA); temperatura máxima de elétrons = 1 quiloelétron-volt (keV); potência máxima de pico para aquecimento auxiliar por ondas de Alfvén = 1 megawatt (MW). Seu custo foi da ordem de R\$ 2 milhões, incluindo edifícios e infra-estrutura, financiados principalmente pela USP, Fapesp e Finep.

Nos reatores de fissão nuclear,

que usam combustíveis pesados (urânio e eventualmente plutônio), a energia é liberada sob a forma de calor e convertida em elétrica. Esses reatores, onde há quebra (fissão) de núcleos pesados em núcleos de massa intermediária, estão sujeitos a acidentes nucleares como o de Tchernobyl, ocorrido na Ucrânia em 1986. Já nos reatores de fusão há combinação (fusão) de núcleos leves, e os combustíveis comumente empregados são isótopos de hidrogênio: deutério (D), presente na água, e trítio (T), obtido a partir do lítio (Li).

No reator de fusão nuclear não se formam produtos de fissão. Essa é, na opinião do físico Ivan Cunha Nascimento, coordenador do laboratório, a maior vantagem do reator de fusão. A reação D+T produz ${}^4\text{He}$ (partícula α) e um nêutron, reaproveitado no reator. A reação posterior do nêutron com o ${}^6\text{Li}$ gera novamente o trítio, uma partícula α e 4,8 MeV de energia. “Embora sua

viabilidade científica tenha sido demonstrada recentemente, ainda estamos longe de ver os reatores de fusão viabilizados”, avalia Nascimento. Mas as pesquisas que os tornarão viáveis estão cada vez mais adiantadas. Para isso, os trabalhos feitos com o auxílio das máquinas tokamak foram e ainda são fundamentais.

Para se ter uma idéia das vantagens da energia da fusão, compare o físico, apenas um grama de deutério e trítio pode produzir 26 mil quilowatts-hora (kwh) num reator de fusão, ao passo que nos reatores de fissão são necessárias cerca de 130 g de combustível para gerar igual quantidade de energia. Um reator de fusão com potência equivalente à do reator Angra I consumiria apenas 500 g da mistura deutério-trítio por dia. Essa usina fornece parte apreciável da energia consumida no estado do Rio de Janeiro.

Um dos problemas que os reatores de fusão apresentam diz respeito aos nêutrons resultantes da reação D+T, que podem reagir com elementos estruturais do reator, produzindo substâncias radioativas que decaem cerca de 100 mil vezes mais rapidamente do que os produtos de fissão e não exigem estocagem em silos de alta complexidade. Pesquisas com ligas especiais, capazes de atenuar ainda mais essa radioatividade, têm apresentado resultados promissores.

O tokamak TCABR da USP permitirá a colaboração da comunidade científica brasileira no desenvolvimento do programa mundial de fusão termonuclear controlada, que deverá tornar os reatores de fusão viáveis no próximo século. A realização de pesquisas no TCABR estará aberta à comunidade científica nacional e permitirá a intensificação da colaboração internacional.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/MG

BOTÂNICA Pesquisador registra muitas curiosidades entre as 40 espécies identificadas

Bromélias da Serra do Brigadeiro

O pequeno tanque d'água formado entre as folhas de *Alcantarea extensa* abriga a planta aquática *Utricularia reniformis*



FOTOS CLÁUDIO COELHO DE PAULA

No amplo estudo que fez sobre as bromélias do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, na Zona da Mata mineira, o botânico Cláudio Coelho de Paula, da Universidade Federal de Viçosa (MG), identificou 40 diferentes espécies da planta, distribuídas em 12 gêneros. “Esta é a terceira maior diversidade de espécies de bromélias em uma reserva brasi-

leira”, constatou Coelho ao concluir seu levantamento. Das áreas já inventariadas, apenas a Serra de Macaé de Cima (RJ), com 46, e a Ilha do Cardoso (SP), com 42, superam a Serra do Brigadeiro em número de espécies. Com esse trabalho, o pesquisador obteve o título de doutor em biologia vegetal pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio

Vista parcial do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro





À esquerda, algumas das folhas de *Vriesea bituminosa*, cuja base tem a consistência do palmito

À direita, população de *Neoregelia brigadeirensis*, espécie nova encontrada na Serra do Brigadeiro



Claro, sob orientação do professor Reinaldo Monteiro.

Durante seu levantamento, Coelho identificou uma espécie nova, batizada *Neoregelia brigadeirensis*. Assim como *Neoregelia brownii* e *Vriesea ruschii*, *N. brigadeirensis* ocorre exclusivamente na área do parque. Ele identificou ainda a espécie *Vriesea schwackeana*, considerada ameaçada de extinção. Na região de Ouro Preto (MG), onde foi coletada pela primeira vez em 1893, já não é mais encontrada.

A espécie *Alcantarea extensa*, comum na maioria dos afloramentos rochosos, abriga na água que acumula entre suas folhas a planta aquática *Utricularia reniformis*. As folhas novas de *Vriesea bituminosa*, também comum no parque, são muito utilizadas como alimento por algumas espécies de macacos. A base dessas folhas tem uma consistência semelhante à do palmito.

Em áreas degradadas ao redor da reserva, cresce a *Bromelia antiacantha*, utilizada pelos moradores da região como planta medicinal e alimentar. De seus frutos prepara-se um xarope expectorante, e o pedúnculo da inflorescência (haste floral) é consumido após cozimento.

Entre outras curiosidades anotadas pelo botânico durante seu

trabalho de campo, destaca-se o fato de que quatro espécies do gênero *Vriesea* – o mais comum no parque – são polinizadas por morcegos ou mariposas, uma vez que suas flores só se abrem à noite. Coelho observou também que a forma padrão das bromélias da Serra do Brigadeiro se altera consideravelmente em função do ambiente que ocupa. A espécie *Wittrockia gigantea*, por exemplo, pode apresentar mais de cinco formas diferentes.

A Serra do Brigadeiro ergue-se na Zona da Mata mineira, a 330 km de Belo Horizonte, e o parque criado em 1995 para protegê-la cobre uma área de 13.210 hectares. O xodó que zoólogos, botânicos, ecólogos e conservacionistas têm por essa área se justifica: trata-se de um dos raros fragmentos contínuos da Mata Atlântica em Minas Gerais.

Ao contrário de sua fauna, muito dizimada nas últimas dé-

cadadas, a flora da Serra do Brigadeiro manteve-se relativamente intacta, em função talvez da dificuldade de acesso a muitas de suas áreas, bastante íngremes e acidentadas. Predominam na serra, em altitudes que ultrapassam os 1.000 m, florestas úmidas e campos de altitude. Nestes prevalece uma vegetação rasteira ornamentada por arbustos, orquídeas e muitas bromélias.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/MG



Detalhe de *Neoregelia brigadeirensis*

ECOLOGIA Projeto Macacos Urbanos luta para preservar bugio-ruivo e seu hábitat



O *Alouatta fusca* marca presença na mata atlântica, da Bahia até a Argentina

Embaixadores da natureza em Porto Alegre

O dramaturgo Nelson Rodrigues (1912-1980) costumava perguntar o que seria de nós sem umas quatro ou cinco obsessões. Parece obsessão querer percorrer toda a área de uma capital em busca de macacos, mas é isso que os pesquisadores do Projeto Macacos Urbanos vêm fazendo em Porto Alegre desde 1994. A real obsessão desse grupo, no entanto, é chamar a atenção para a presença de um primata não-humano no município: o bugio-ruivo (*Alouatta fusca clamitans*) que ainda 'ronca' nas matas remanescentes da cidade.

Em 1993, a existência do bugio-ruivo na capital gaúcha era conhecida, mas não se sabia onde o primata vivia. Essa foi a motivação inicial do projeto que, após um ano de discussões, tomou forma, vinculando-se ao Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e firmando convênio com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre (SMAM). Também investiram desde o início na idéia os professores Helena P. Romanowski, do Laboratório de Ecologia de Insetos/UFRGS, e Luis Flamarion de Oliveira, da Seção de Mamíferos do Museu Nacional, da Universi-

dade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Assim, o projeto se caracterizou, desde o princípio, por sua interdisciplinaridade.

Mas por que pesquisadores de diferentes áreas resolveram sair no rastro desse macaco urbano? É que o bugio-ruivo, além de impressionar por sua cor, seus sons e seu comportamento, é o que os conservacionistas chamam de 'espécie bandeira', que, por seu carisma, pode ser usada em campanhas conservacionistas. Na esteira da conservação desse primata, a vida de muitas outras espécies pode ser garantida.

Para avaliar a real situação do bugio-ruivo em Porto Alegre, os pesquisadores decidiram percorrer todos os lugares onde houvesse alguma chance de encontrá-lo. Assim, a área total do município (47.630 km) foi dividida em três regiões: sul, centro-sul e norte, correspondendo a três etapas distintas do trabalho de levantamento.

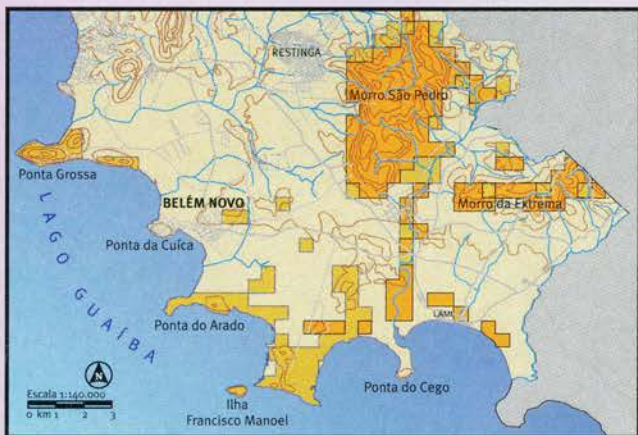
Os pesquisadores começaram pela região Sul, a mais bem preservada e com vocação agrícola. Uma grade imaginária foi sobreposta ao mapa do município, dividindo o território em quadrículas de 25 ha. A grade foi codificada como num jogo de batalha naval. Através de fotos aéreas e ma-

pas (escalas 1:50.000 e 1:5.000), foram selecionadas as quadrículas com cobertura vegetal que seriam inspecionadas.

Nos locais selecionados para a pesquisa de campo, a presença dos bugios foi detectada de várias formas: os pesquisadores avistaram os animais, ouviram suas vocalizações (quando esses macacos gritam é possível seguir o som

Os bugios se alimentam principalmente de folhas e frutos





Quadrículas amostradas

- Com ocorrência do bugio-ruivo
- Sem ocorrência do bugio-ruivo

Convenções cartográficas

- Corpo d'água
- Curso d'água
- Curva de nível
- Rede viária principal
- Eixos de rua

Mapa da região sul do município de Porto Alegre, apresentando as áreas de mata nativa onde ocorre o bugio-ruivo (*Alouatta fusca*). A maior parte dessas áreas está localizada nas encostas dos morros e nos vales

do seu 'ronco' e encontrá-los na mata) e rastrearam suas fezes. Após essa etapa, a localização dos bandos encontrados foi marcada no mapa. Informações obtidas com moradores da região sobre a situação dos primatas complementaram o trabalho. Outros dados sobre as áreas, como fisionomia do terreno, presença de córregos ou outros corpos d'água e grau de ocupação humana, foram registrados em uma planilha.

No final da primeira etapa de estudos, uma área de 5.125 ha (ou 205 quadrículas de 25 ha) foi percorrida e a ocorrência do bugio-ruivo foi registrada em 57,1% da região sul do município. Os primatas estão, principalmente, nas encostas dos morros e nos talvegues – baixadas entre dois

morros, onde geralmente há um córrego, com vegetação acompanhando a margem.

Regiões preservadas

Nessa intensa procura pelo primata, o grupo redescobriu áreas em ótimo estado de conservação. Duas regiões de exuberante mata atlântica, sem par dentro de Porto Alegre, foram reveladas durante o trabalho: Morro São Pedro, um complexo de morros graníticos de 1.260 ha, 55% dos quais cobertos por matas nativas, e o Morro da Extrema, com 40% dos 1.031 ha correspondendo a áreas preservadas.

A preservação dessas e de outras importantes áreas da floresta é crucial para a conservação do bugio. Sem as figueiras (*Ficus spp.*), os gerivás (*Syagrus roanzoffianum*), os ingás (*Inga spp.*), os ipês (*tabebuia pulcherrima*) e muitas outras árvores, não haveria bugios em Porto Alegre.

Danos da fragmentação

Evitar a fragmentação das florestas também é essencial para a preservação dos bugios e de muitas outras espécies. A interferência humana tem reduzido grandes extensões de floresta a pequenas ilhas de mata nativa, fragmentando assim o ecossistema que, ao longo de centenas de milhares de

anos, garantiu o fluxo de genes entre os indivíduos e manteve saudáveis as populações.

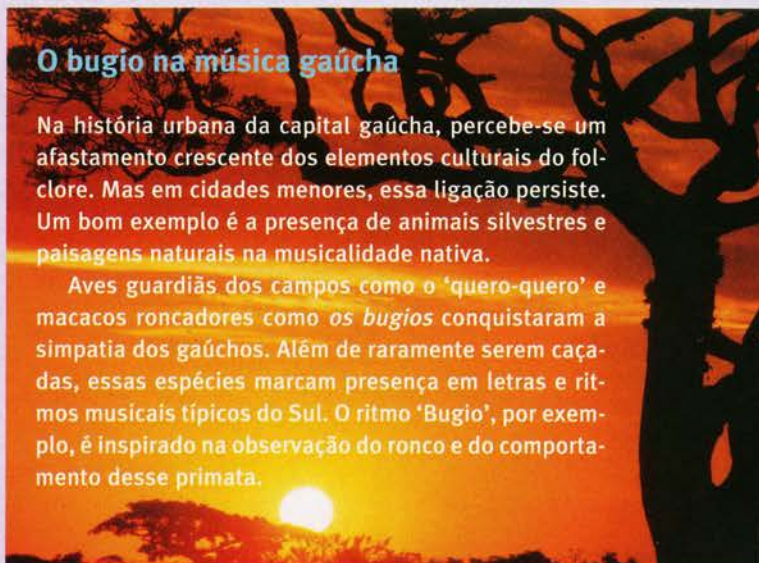
A Restinga do Lami, em Porto Alegre, é um dos diversos pontos de ocorrência dos bugios em Porto Alegre

Hoje, muitas espécies estão desaparecendo por não poderem se dispersar e reproduzir livremente. Suas populações ficaram isoladas em meio a plantações, pastagens, estradas, ruas, avenidas e até cidades inteiras. Assim, os efeitos dos cruzamentos consanguíneos podem se manifestar, com o surgimento de malformações congênitas e diminuição da fertilidade e resistência a doenças.

No caso específico dos primatas, a estrutura social do grupo ou 'bando' pode ser prejudicada, o que pode inviabilizar o sistema de acasalamento e consequentemente a reprodução dos indivíduos. Por isso, o projeto Macacos Urbanos está estudando a estrutura genética das populações, para diagnosticar o quanto foi atingida a variabilidade e o fluxo gênico.

Mas a fragmentação florestal já causou danos em Porto Alegre. Na região conhecida como Ponta Grossa, por exemplo, havia bugios há cerca de 40 anos, mas hoje não há sinal deles. No Morro do Osso, os bugios resistem, mas sua densidade populacional vem baixando, em um dramático processo de extinção. Apesar da vegetação favorável à existência do bugio, esses dois locais, que já foram parte de um conjunto de habitats florestais no sul do município, estão fragmentados e isolados.

Mesmo sem ser possível definir com certeza por que os bugios se extinguíram na Ponta Grossa e o que os levou à atual situação no Morro do Osso, podemos afirmar que a conservação da riqueza biológica de Porto Alegre depende da manutenção e criação dos chamados corredores de vida silvestre, áreas de vegetação que conectam zonas fragmentadas. Nesse sentido, a conservação e recomposição das matas ciliares dos córregos é uma estratégia adequada, já que garante, ao mesmo tempo, a manutenção da vegetação origi-



O bugio na música gaúcha

Na história urbana da capital gaúcha, percebe-se um afastamento crescente dos elementos culturais do folclore. Mas em cidades menores, essa ligação persiste. Um bom exemplo é a presença de animais silvestres e paisagens naturais na musicalidade nativa.

Aves guardiãs dos campos como o 'quero-quero' e macacos roncadores como os bugios conquistaram a simpatia dos gaúchos. Além de raramente serem caçadas, essas espécies marcam presença em letras e ritmos musicais típicos do Sul. O ritmo 'Bugio', por exemplo, é inspirado na observação do ronco e do comportamento desse primata.

nal e a comunicação entre as populações ao longo de bacias hidrográficas inteiras.

Assim, a ocupação humana do solo deve ser planejada para manter os corredores de vida silvestre, garantindo áreas de preservação dentro da cidade. O modelo de crescimento urbano tem que ser o mais sustentável possível para não resumir a conservação da natureza e a qualidade de vida a reservas e parques.

Em ação

O Projeto Macacos Urbanos participou das discussões para a elaboração do novo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) – documento que regulamentou a ocupação do solo em Porto Alegre. A participação se deu através da Comissão de Luta pelo Parque Estadual de Itapuã (CLEPEI), entidade ecológica que compõe o Conselho Municipal do Meio Ambiente. Infelizmente, a preservação do meio ambiente foi tratada de forma superficial no plano e algumas propostas ameaçavam a fauna silvestre ainda existente no município. Foi sugerida, por exemplo, a criação de um corredor agroindustrial entre o Morro de São Pedro e o Morro da Extrema para incentivar a ocupação da região. A consequência disso seria o isolamento da população de bugios do Morro de São Pedro, área de maior ocorrência da espécie no município. Por meio da atuação do Projeto Macacos Urbanos essa proposta foi alterada, mudando a localização do corredor agroindustrial para uma área de produção agrícola, também localizada na zona sul. Agora o Projeto está propondo a criação do 'IPTU ecológico', um mecanismo legal que deve garantir incentivos fiscais aos proprietários que mantiverem áreas naturais preservadas nas suas terras.

Hoje, o Projeto Macacos Urbanos cresceu e envolve também os

Um perfil do bugio	
Nome científico:	<i>Alouatta fusca clamitans</i> (Cabrera, 1940)
Família:	Atelidae
Nomes populares:	bugio (RS, SC, PR, SP), barbado (SP, RJ, MG), guariba (ES, BA)
Cor:	macho adulto — ruivo; fêmea adulta — marrom escuro e, algumas vezes, marrom-avermelhado; macho e fêmea jovens — marrom escuro
Peso médio:	macho adulto — 7kg; fêmea adulta — 5kg
Distribuição:	acompanha a mata atlântica, do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul e norte da Argentina
Comportamento social:	vive em bandos de seis a oito indivíduos em média, geralmente com apenas um macho dominante. Sua vocalização está associada principalmente à defesa de território
Ecologia:	é principalmente folívoro, mas se alimenta também de frutos, quando disponíveis, contribuindo para a dispersão de sementes de algumas espécies, como as figueiras e palmeiras. Cada bando ocupa uma área, em média, de seis hectares. Passa a maior parte do tempo em repouso, por causa de sua dieta pobre em energia. Dedicar muito tempo à procura, ao consumo e a digestão do alimento
Reprodução:	a fêmea dá a luz a um filhote ou, mais raramente, dois. A gestação dura cerca de 180 dias. Normalmente, não se reproduz nem sobrevive em cativeiro
Situação da espécie:	considerada oficialmente ameaçada de extinção (portaria 1522/89 do Ibama). A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) a considera vulnerável



departamentos de Genética, Botânica e Ecologia da UFRGS, além dos departamentos de Zoologia e Botânica da Unicamp. Os dados obtidos durante a fase de mapeamento da ocorrência serviram de base para vários subprojetos. Um deles visa desenvolver atividades de educação ambiental nas comunidades onde a interferência humana sobre os bugios é mais prejudicial, por causa de loteamentos clandestinos e da retirada de mata. Outro deve esclarecer as diferenças ecológicas das populações de bugios que vivem nas encostas de morros e nas planícies de restinga. Um trabalho concluído estudou a importância da inter-relação dos bugios com a flo-

resta para a manutenção da riqueza e heterogeneidade florística.

Para integrar toda essa variedade de informações, foi iniciado um subprojeto que busca estimar a chance de sobrevivência dos bugios e definir prioridades para sua conservação e de seu habitat. Assim, esses macacos estão se tornando verdadeiros 'embaixadores da vida silvestre' e devem, cada vez mais, ocupar um papel central no desenvolvimento de estratégias conservacionistas para a capital gaúcha.

**Rodrigo Printes,
Leandro Jerusalinsky e
Marco Perotto**
Projeto Macacos Urbanos

Um mergulho nos Lençóis Maranhenses

Algumas lagoas, como a da figura, reduzem-se muito no período seco (de julho a dezembro)

A cerca de 350 km de São Luís, na costa leste do Maranhão, o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses é um palco privilegiado para pesquisas limnológicas. Com características pouco comuns nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, a região conta com grande quantidade de lagoas, onde a temperatura da água é sempre elevada, atingindo 36°C. Pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e da Universidade de São Paulo (USP) realizam atualmente estudos sobre os organismos aquáticos do local.

Uma das pesquisas feitas na região, coordenada pela bióloga Viviane Moschini-Carlos, do De-



partamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA, analisou o fitoplâncton da lagoa Azul, a mais conhecida e visitada do parque. Mesmo sendo uma das poucas que não secam durante o período de estiagem, a lagoa tem algumas características que variam bastante ao longo do ano: a forma, a profundidade, o volume e o comprimento (figura 1). “Observamos que em setembro de 1998 a lagoa Azul atingiu comprimento máximo de 287 m e profundidade de 2 m. Verificamos uma grande diferença

em novembro do mesmo ano, quando o comprimento diminuiu para 36 m e a profundidade para 12 cm”, explica o biólogo Marcelo Luiz Martins Pompêo, da UFMA.

Assim como as características gerais da lagoa Azul se modificam muito de acordo com as esta-

ções do ano, grandes diferenças na comunidade fitoplânctônica também foram observadas ao longo de 12 meses. Com pouca ocorrência de fitoplâncton, destaca-se a dominância de determinadas espécies em alguns períodos. Em março de 1998 predominaram espécies da classe das cianobactérias; em julho, da classe das algas clorofíceas e, em setembro e novembro, da classe dos dinoflagelados. “Percebemos que há uma grande alternância na dominância dos organismos

Figura 1. Medidas da lagoa Azul

	SET./1998	NOV./1998
Área	26.452,2 m ²	282,8 m ²
Volume	12.272,1 m ³	13,8 m ³
Profundidade máxima	1,20 m	0,12 m
Comprimento máximo	287 m	36,4 m
Largura máxima	129 m	13,8 m
Perímetro	690 m	63 m

Figura 2. Predominância de espécies de fitoplâncton

Período	Classe dominante no fitoplâncton
Março (mês de seca atípico)	<i>Cyanophyceae</i>
Julho (início do período de seca)	<i>Chlorophyceae</i>
Setembro (mês de chuva atípico – maior nível da lagoa)	<i>Dinophyceae</i>
Novembro (mês de seca – menor nível da lagoa)	<i>Dinophyceae</i>

fitoplantônicos”, conclui Martins Pompêo (figura 2).

Numa pesquisa sobre a biodiversidade dos organismos aquáticos, os Lençóis foram comparados com os sistemas ecológicos das lagoas do vale do rio Doce (MG) e das lagoas do rio Mogi-Guaçu (SP). Entre esses três sistemas, os Lençóis compõem o conjunto mais instável e com menor diversificação de espécies. De animais, por exemplo, foram encontradas apenas oito espécies de peixes e o camarão de água doce *Macrobrachium amazonicus*. Os resultados obtidos foram publicados nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, volume 70, número 4. Como as condições físicas das lagoas dos Lençóis variam ao longo do ano e mesmo durante um mesmo dia, as espécies são altamente adaptadas e têm populações pe-

quenas. “As condições são quase desérticas”, afirma Odete Rocha, coordenadora da pesquisa e professora do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). No entanto, a região tem importância ecológica, já que muitas das espécies são endêmicas, não aparecendo em outras regiões. A pesquisadora adverte que o ecossistema é frágil, e se encontra preservado justamente pela dificuldade que a região apresenta à ocupação humana.

A região dos Lençóis Maranhenses desperta há alguns anos a curiosidade de cientistas. Sua paisagem é desértica, apesar de haver um intenso período de chuvas de janeiro a junho, quando são formadas lagoas rasas e de água doce e cristalina. Ao final da temporada chuvosa, as lagoas atingem



Lagoa Azul no período da estiagem

suas maiores dimensões e algumas delas chegam a se interligar. No período de estiagem a paisagem é completamente modificada: as lagoas começam a diminuir em julho e muitas delas já estão completamente secas em dezembro, no final da estiagem.

Além de inúmeras lagoas, a região conta com restingas e dunas. Estas são formadas pela areia depositada na costa, carregada pelo rio Parnaíba (na divisa entre o Maranhão e o Piauí) e por correntes de deriva litorânea. Como o relevo é plano, o vento constante carrega essa areia costa adentro e forma os cordões de dunas que se estendem por uma área de 1.500 km².

Bruno Magalhães
Ciência Hoje/RJ

Mesmo sendo uma das poucas que não secam durante o período de estiagem, a lagoa Azul tem características que variam muito conforme a época do ano



Estrada pode incrementar o turismo

O turismo pode ser a principal alternativa econômica no futuro para o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. O cenário único formado pelas dunas e lagoas de água doce, com altas temperaturas, e a natureza praticamente intocada são atrativos para o ecoturismo. Uma obra pode aumentar a frequência de visitantes na área: estão sendo feitos estudos para a construção de uma estrada que ligará São Luís (MA) a Fortaleza (CE), passando por Barreirinhas, no limite do Parque dos Lençóis. Com a estrada, o tempo de viagem entre a capital maranhense e Barreirinhas poderá ser reduzido de sete para três horas. Hoje o acesso à região é difícil: de Barreirinhas, principal porta de entrada do Parque Nacional, só é possível atingir as lagoas com barcos ou veículos com tração nas quatro rodas.

O avanço do turismo, no entanto, deve ser feito com cuidado. “Devem ser tomadas precauções para evitar a degradação das dunas e das lagoas, como a criação de trilhas ecológicas com alternância de épocas de visita para minimizar o impacto ambiental”, diz o biólogo Marcelo Luiz Martins Pompêo, destacando que o turismo é a principal vocação dos Lençóis.

O terreno arenoso, com baixa reserva de nutrientes para as plantas, faz com que a região tenha pouco potencial agrícola. A pequena população local vive basicamente da pesca, do artesanato feito com as fibras de buriti (uma palmeira abundante no Maranhão), da cultura da mandioca e do caju. A incipiente atividade turística serve como complemento de renda aos moradores.

QUÍMICA AUXILIA ESTUDO DE RESTOS HUMANOS PRÉ-HISTÓRICOS



Acima, esqueletos escavados no sítio Santana do Riacho 1 (MG) e analisados quimicamente

Ao lado, amostras de ossos do sepultamento I do sítio Lapa do Boquete (MG)



Ossos de homens pré-históricos encontrados em sítios arqueológicos de Minas Gerais e Piauí foram estudados pela primeira vez no Brasil com o auxílio de métodos químicos: espectrometria no infravermelho e de massas, na análise do colágeno (proteína que constitui as fibras do tecido conjuntivo ósseo), e espectroscopia de absorção atômica, na análise de elementos-traço. O trabalho foi tema da tese de doutorado *Estudo químico comparativo de ossadas humanas pré-históricas*, defendida por José Ossian Gadelha de Lima no Departamento de Química da UFMG.

Com base na medição de traços dos metais zinco e estrôncio presentes nos ossos e nas relações isotópicas $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ do colágeno, o trabalho permitiu a reconstituição da dieta alimentar dos indivíduos estudados.

Examinando a concentração daqueles elementos, Ossian concluiu que as ossadas pertenceram a indivíduos onívoros (de dieta diversificada), caçadores-recoletores. Segundo ele, a análise de uma ossada do Piauí permite supor que alguns grupos da região já praticavam a agricultura. Ele verificou também que os indivíduos dos sítios estudados consumiam alimentos de origem marinha. O fato é curioso considerando-se a distância dos sítios arqueológicos em relação às áreas litorâneas. Permanece sem resposta a dúvida sobre os métodos empregados para obter tais alimentos. "Devido à grande distância, é pouco provável que eles tenham praticado migrações regulares do interior para o litoral", presume o químico.

ECOLOGIA

EMBRIÕES DE ONÇA-PINTADA PRODUZIDOS EM TUBO DE ENSAIO

Considerada o maior felino das Américas, a onça-pintada (*Panthera onca*) é também um dos animais terrestres brasileiros mais ameaçados de extinção. A causa é a mesma que atinge outras espécies em risco: a destruição acelerada dos habitats onde ocorre, com o isolamento progressivo de suas populações. Caso o processo não seja contido, será necessário intervir junto a essas populações para incrementar a variabilidade genética e evitar a extinção da espécie.

Antecipando-se a essa necessidade e tentando evitar os custos de uma operação de busca e transferência de indivíduos entre populações diferentes, a Faculdade de Veterinária da USP, com o apoio do Ibama, iniciou um projeto para a produção e armazenamento de embriões de onça-pintada. Seis embriões já foram obtidos e pretende-se ampliar esse número para 30 até o fim do ano.

Os gametas estão sendo coletados em zoológicos ou na própria USP, para onde os animais são trazidos, e a fecundação *in vitro* é feita nos laboratórios da universidade. Armazenados em nitrogênio líquido, os embriões mantêm suas características genéticas e deverão ser implantados brevemente em fêmeas. "A idéia é começar o processo de implantação neste ano, quando esperamos ter um estoque razoável de embriões", informa o pesquisador Ronaldo Gonçalves Morato, do Departamento de Reprodução Animal. As primeiras candidatas a receberem os embriões serão as fêmeas confinadas em zoológicos, o que permitirá aos pesquisadores acompanhar de perto o desenvolvimento da gestação e avaliar o sucesso da experiência nessa primeira etapa.

ENGENHARIA SANITÁRIA

EQUIPAMENTO BARATO
PARA CLORAR ÁGUA

O consumo de água de mina, que apesar de cristalina pode estar contaminada por coliformes fecais, é comum em pequenas cidades e propriedades rurais. Mas um equipamento desenvolvido pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Instrumentação Agropecuária, em São Carlos (SP), pode facilitar o tratamento da água: simples e barato, o aparelho permite a aplicação de cloro em pequenas quantidades de água na proporção correta.

O clorador pode ser montado por qualquer pessoa com facilidade, utilizando tubos de PVC, cola, torneiras e registros. O custo total com as peças não ultrapassa R\$ 35. O inventor do equipamento, o médico veterinário e produtor rural Antonio Pereira de Novaes, surpreendeu-se com a aceitação do equipamento. "Foi tão boa que as empresas que produzem cloro estão desenvolvendo pastilhas específicas para uso doméstico." O folheto que explica como montar o clorador é distribuído pela Embrapa Instrumentação Agrícola.

Como funciona o clorador



FARMACOLOGIA

REMÉDIO MENOS TÓXICO CONTRA
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA

Um medicamento mais seguro para quem sofre de insuficiência cardíaca poderá substituir o atualmente usado, feito a partir da planta conhecida como dedaleira (*Digitalis purpurea*). O Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), juntamente com a Universidade de Maryland, nos Estados Unidos, produziu o LASSBio 294, composto que aumenta a força de contração do coração sem trazer muitos danos ao organismo. "O produto é menos tóxico do que o feito com a *Digitalis*, que pode provocar arritmia cardíaca", afirma Yasco Aracava, farmacêutica envolvida na pesquisa.

Os efeitos cardiotônicos e não-arrítmicos do composto foram estudados pelo grupo coordenado pelo médico Roberto Takashi Sudo, do Departamento de Farmacologia da UFRJ. A vantagem do medicamento

é ser feito a partir do composto safrol, extraído do óleo de sassafrás. As plantas que contêm esse óleo, como a casca-cheirosa (*Ocotea odorifera*), são facilmente encontradas no Brasil.

O LASSBio 294 também pode ser usado para diminuir a fadiga muscular, pois age tanto no músculo cardíaco como no esquelético. O composto, sintetizado pela equipe do farmacêutico Eliezer Barreiro, do Laboratório de Avaliação e Síntese de Substâncias Bioativas, é a primeira patente internacional gerada a partir de convênio entre uma universidade brasileira e uma estrangeira.

MEDICINA

LASER AJUDA A REGENERAR O FÍGADO

Testes experimentais realizados em ratos demonstraram que o uso de *laser* de baixa potência acelera o processo de regeneração do fígado em até 10 vezes. As pesquisas foram realizadas sob coordenação do professor Orlando de Castro e Silva Júnior, na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da USP. A expectativa da equipe agora é de que o novo método apresente a mesma eficácia em seres humanos, passando a ser empregado em pacientes submetidos à remoção parcial do tecido hepático. A Comissão de Ética do Hospital das Clínicas local já estuda a possibilidade da adoção do novo método em pacientes. "O uso do *laser* requer cuidado especial quanto à intensidade, para não provocar danos celulares. Quando aplicado corretamente, no entanto, mostra-se bastante positivo e provoca menos efeitos colaterais que as drogas normalmente utilizadas", afirma Castro e Silva. Nas pesquisas realizadas na USP, o comprimento de onda correspondente à luz azul foi o mais eficaz. Concluiu-se que uma aplicação de até 1.000 MW por cm² de tecido não causa danos às células.

Galho da árvore casca-cheirosa, de onde se extrai o safrol — composto que aumenta a contração do coração



ÁRVORES BRASILEIRAS/EDITORIAL ANTARUM



Philippe Pomier Layrargues

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas

A empresa 'verde' no Brasil: mudança ou apropriação ideológica?

A busca de um modelo de desenvolvimento sustentável, que não prejudique a natureza, é o objetivo maior do movimento ambientalista, que nos últimos anos tornou-se expressivo no mundo e mesmo no Brasil. Esse objetivo é aclamado hoje por variados setores da sociedade, inclusive o empresarial, tido até época recente como o inimigo número um da ecologia. Essa nova postura está expressa em idéias como tecnologias limpas de produção e produtos 'verdes'. Mas qual seria o seu real significado? O ambientalismo é de fato um movimento coeso ou por trás dessa aparente harmonia existe um grande confronto ideológico?

O movimento ambientalista é composto, no Brasil, por variados segmentos sociais (o ecologista propriamente dito, o acadêmico, o político, o governamental, o empresarial e outros). Apesar disso, acredita-se que seja homogêneo, pois seu objetivo maior seria comum a todos os integrantes: a 'ecologização' da sociedade. O elemento agregador desse movimento seria, portanto, a busca de alternativas sustentáveis ao desenvolvimento convencional, tanto econômico quanto social. No entanto, apesar da possível convergência de objetivo, os diferen-

tes segmentos ambientalistas também adotam estratégias de ação semelhantes?

Adotando esse ponto de vista, é fácil notar que pouco se discute se o setor empresarial, cujas características essenciais contradizem os princípios ecológicos, estaria de fato abrindo mão de seus interesses próprios para unir suas forças ao ambientalismo na elaboração de um projeto ecológico autêntico. Como conjugar a visão imediatista do lucro com o longo prazo necessário a processos ecológicos? Como harmonizar a competição do livre-mercado e a ma-

nutenção da diversidade ecológica e cultural? Como prover a liberdade da propriedade privada quando o seu uso abusivo acarreta riscos ambientais?

Este ensaio (adaptado de dissertação de mestrado apresentada em 1996 ao Programa Estudos Interdisciplinares em Comunidade e Ecologia Social, da Universidade Federal do Rio de Janeiro) busca elementos para avaliar como e por que, em tão pouco tempo, um segmento antes tido como um dos principais 'vilões' da ecologia incorporou o ideário ambiental e tornou-se 'amigo do ver-

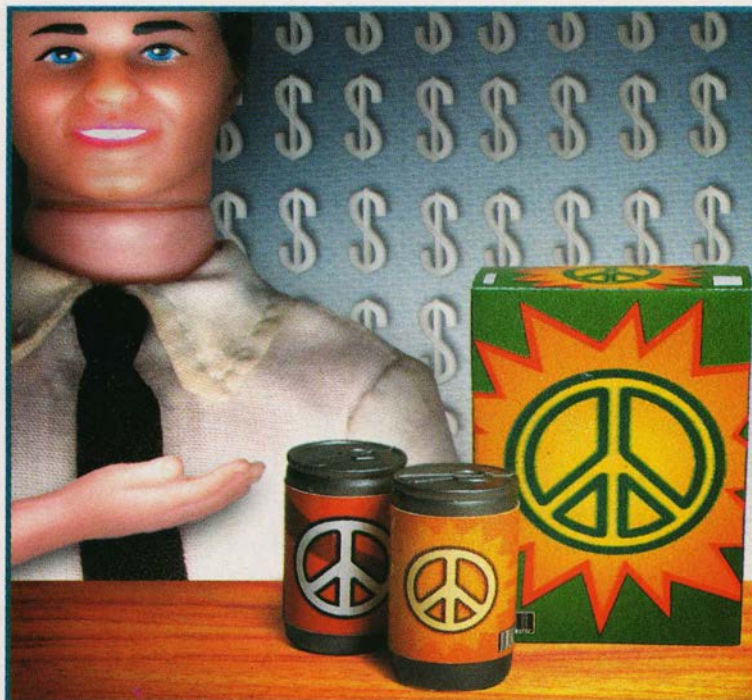
de', construindo o ambientalismo empresarial, hoje a maior fonte discursiva para o meio ambiente. A inserção do setor produtivo no ambientalismo significaria uma transição ideológica (uma reestruturação dos valores em que se baseia o *modus operandi* da produção/consumo) ou mera apropriação ideológica para fins de manipulação da opinião pública, com a intenção única de manter a ordem social, mudando superficialmente para não transformar profundamente?

O Brasil assumiu um modelo de desenvolvimento baseado no industrialismo nos anos 50, quando o pensamento econômico predominante abdicou do estilo agrário voltado para a exportação e adotou o estilo industrial, pois acreditava-se que a autonomia tecnológica pudesse romper com o 'atraso' do país. Instalou-se rapidamente no território brasileiro, sobretudo entre 1967 e 1982, um significativo parque industrial, mas logo de início obsoleto e poluente.

No que diz respeito à questão ambiental, essa industrialização caracterizou-se pela visão, mais acentuada nos anos 70, de que o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental seriam incompatíveis. O controle da poluição foi associado a custos econômicos adicionais no processo produtivo, o que representaria forte risco empresarial, capaz de comprometer a competitividade no mercado. Nasceu daí a primeira concepção empresarial a respeito de meio ambiente: uma imagem negativa. O ecologismo foi entendido como uma idéia 'subversiva' e os ecologistas como inimigos do desenvolvimento. Com isso, o setor empresarial passou a ser visto, pela sociedade, como o 'vilão' da ecologia, imagem que permaneceu no imaginário social brasileiro até meados dos anos 80.

Nessa época, as mudanças no

ILUSTRAÇÕES CARLOS D



Esse pânico do risco ambiental originou, nas camadas sociais com acesso ao mercado de consumo, um desejo de busca de soluções que aparentemente facilita mudanças de comportamento ambientalmente saudáveis

contexto econômico internacional (no sentido da transnacionalização dos mercados, acirrando a competitividade), somadas à criação e disseminação das chamadas tecnologias limpas, inverteram a concepção da relação entre meio ambiente e desenvolvimento. Antes opostos, passaram a ser complementares. Com isso, o controle ambiental adquiriu um sentido positivo para a empresa: tornou-se possível associá-lo a oportunidades de negócio, porque o uso da tecnologia limpa converteu-se em fator privilegiado de competitividade no setor. No novo contexto, a proteção ambiental ou apenas o investimento em ações conservacionistas podem significar não mais a restrição competitiva no mercado, e sim o lucro.

A partir de meados dos anos 80, o discurso do setor empresarial começa a assemelhar-se aos objetivos da comunidade ambientalista brasileira, aproximação que se completa no início dos anos 90. Surge o ambientalismo empresarial, que se apresenta como o legítimo promotor do desenvolvimen-

to sustentável. Mostrando-se disposto a pagar o preço da irresponsabilidade ambiental, esse segmento anuncia uma nova fase, na qual a produção passa a ser limpa, independentemente de possíveis custos extras.

Para obter credibilidade diante da opinião pública, o setor empresarial rompe com o discurso praticado no passado e passa a mostrar uma imagem simpática, como se estivesse sensibilizado pela consciência ecológica. Amigo do verde, e desde sempre responsável pelo desenvolvimento do país, lança-se de imediato como o ator privilegiado para realizar as ações e adequações necessárias para enfrentar a crise ambiental. Inserido na conjuntura neoliberal, o novo discurso reforça a tese de que o livre-mercado é o melhor instrumento para lidar com a desordem global da biosfera, aprofunda a lógica da competição como a fiel mediação das relações sociais e econômicas e, ainda, procura retirar do estado qualquer compromisso com a gestão e controle ambiental que impeça o livre desempenho do mercado.

Motivado por valores econômicos, e não por uma sensibilização ecológica, o ambientalismo empresarial pretende preservar não a natureza, mas a integridade da ideologia hegemônica no Ocidente



Em paralelo, o empresariado promove ações educativas, divulgando a questão ambiental global e assim reforçando o efeito da síndrome da catástrofe ecológica, talvez a via mais freqüente de ecológização da sociedade. Esse pânico do risco ambiental originou, nas camadas sociais com acesso ao mercado de consumo, um desejo de busca de soluções que aparentemente facilita mudanças de comportamento ambientalmente saudáveis, como deixar de consumir produtos considerados nocivos ao ambiente. O círculo se fecha quando o setor empresarial oferece sua alternativa: o mercado verde, com produtos oriundos de tecnologias limpas. Cada indivíduo pode agora contribuir para o controle ambiental sem abalar seus valores, bastando alterar seus hábitos. O consumidor verde desponta como uma solução natural, e logo surgem pesquisas de opinião indicando a existência de indivíduos dispostos a pagar mais caro por um produto verde.

Nos anos 90, definitivamente inserido no movimento ambientalista, graças a um procedimento de cunho ideológico, o setor empresarial 'verde' retirou da pauta de discussão da proposta ecológica justamente a crítica ao modelo clássico de desenvolvi-

mento predatório-perdulário da civilização industrial, substituindo-a pela valorização do mito tecnológico. Na verdade, é apenas uma nova expressão do modelo convencional de desenvolvimento, agora revestido pelo critério da sustentabilidade, presumindo-se haver uma saída tecnológica à crise ambiental.

Como todo movimento social que se insurge contra o sistema dominante, ao tornar-se perigoso para a manutenção da ordem hegemônica ele é englobado e o risco eliminado. Foi o destino do movimento *hippie*, por exemplo. Trata-se não de um capricho simplista de exercício de poder, mas sobretudo de um fenômeno de caráter ideológico. Para que a coesão social continue intacta, o papel ideológico em última instância consiste no impedimento, por parte do sistema dominante, da manifestação das diversidades que ameacem sua integridade.

O movimento ecológico foi, até o início dos anos 90, um corpo ideológico em elaboração, contraposto sobretudo à ideologia liberal (embora procurasse ir além da dicotomia entre capitalismo e socialismo), mas não era uma ameaça concreta. No entanto, por ter adquirido nos últimos anos enorme expressão, o que poderia dese-

quilibrar a balança do poder, sofreu o golpe da dominação ideológica do sistema hegemônico. Seu ideário foi absorvido, reelaborado, contaminado e devolvido à sociedade como, no sentido literal do termo, um produto mercadológico. Nesse produto, o 'consumidor verde' passou a ser apontado como o principal agente de imposição da qualidade ambiental.

Para conseguir essa transformação, o sistema dominante, representado pelo ambientalismo empresarial, precisou encontrar brechas no discurso ecológico por onde se infiltrar, e isso aconteceu no processo de 'ecologização' da sociedade. O ambientalismo, assim, é exaltado como um movimento coeso, e impõe-se, como base dessa homogeneidade, o objetivo de inserção dos princípios ecológicos no estilo de desenvolvimento convencional.

Com isso, o ambientalismo ganha uma condição social própria, despontando como um movimento social acima de qualquer suspeita, pois o compromisso ético de seus integrantes com o futuro do planeta e da humanidade estaria acima dos interesses individuais. Essa imagem fortalece a credibilidade do movimento e leva a sociedade a crer na existência de uma homogeneidade de interesses. O ambientalismo, assim, apresenta-se como neutro e supra-ideológico, por ter como pano de fundo a questão da sobrevivência do planeta. Acreditar, no entanto, que ele tenha uma condição social peculiar, capaz de levar a uma política de alianças sem qualquer cunho ideológico, seria uma interpretação precipitada, já que esse movimento é um verdadeiro amálgama de matizes verdes.

De fato, seu objetivo é um só, mas isso impede a percepção dos paradoxos que denunciam o elemento ideológico presente na questão ambiental. Evita que se vislumbre que duas linhas ideoló-

gicas – racionalidade ecológica e racionalidade econômica – disputam a legitimidade do caminho a ser percorrido para alcançar uma sociedade ecologicamente sustentável, objetivo do ambientalismo. A divisão ideológica do movimento está no questionamento sobre qual das racionalidades fornecerá os paradigmas do projeto 'alternativo' à civilização industrial.

Na racionalidade ecológica, representada pelo ambientalismo original (a evidente alternativa à ideologia dominante na sociedade industrial), identifica-se a vertente do ecologismo profundo, cujo princípio organizativo da vida é a natureza, o padrão temporal é o longo prazo e a lógica operacional é a cooperação. Já na racionalidade econômica sobressai a vertente da ecologia superficial, que se pauta no mercado (como princípio organizativo da vida), tem o curto

prazo como limite temporal e opera com a lógica da competição, destituída de compromisso ético.

Enfim, o confronto interno entre o setor empresarial 'verde' e o movimento tradicional rompeu a homogeneidade 'histórica' do ambientalismo e inaugurou uma nova fase. O movimento já não se apresenta como um coeso, simples e ingênuo corpo ideológico alternativo, dividindo-se agora em duas vertentes ideológicas em disputa pelo privilégio de criar uma sociedade sustentável, a síntese da coesão social das gerações futuras. O desenrolar da questão nos anos 90 ressuscitou as antigas ideologias, agora revestidas por diversas tonalidades de verde, mas a ideologia neoliberal ainda mantém franca vantagem discursiva.

Motivado por valores econômicos, e não por uma sensibilização ecológica, o ambientalismo

empresarial pretende preservar não a natureza, mas a integridade da ideologia hegemônica no Ocidente. Não há indícios de que a racionalidade ecológica possa suplantar a econômica, marco da sociedade industrializada, já que o livre-mercado ainda domina o espaço organizativo da sociedade.

Na questão ambiental, portanto, as forças sociais dominantes conseguiram impedir a manifestação das diversidades, preservando a ordem social instituída. Isso permite afirmar que a inserção do setor empresarial verde no ambientalismo constitui não uma transição ideológica, mas uma apropriação do discurso ambientalista. Em nome da coesão social, foi promovida uma ação de caráter reformista, enquanto se difunde a ilusão de vivermos uma era de mudanças, que desembocará na sustentabilidade socioambiental. ■

LEIA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

UM RETRATO GENÉTICO DOS BRASILEIROS

Uma ampla pesquisa realizada pela Universidade Federal de Minas Gerais, através da identificação de dois importantes marcadores genéticos em uma amostra representativa da população do país, revela que a linhagem paterna dos brasileiros é dominada por genes de brancos europeus, enquanto a linhagem materna aparece dividida entre genes de mulheres européias, africanas e ameríndias.

ERROS EM LIVROS DE CIÊNCIAS DE SP E MG

Um relatório de avaliação de livros didáticos elaborado pela Secretaria de Educação Fundamental do Ministério da Educação (MEC) apontou erros na série de volumes usados nas escolas de Minas Gerais e São Paulo. Nello Bizzo, da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, comenta as graves falhas presentes nos livros de ciência.

500 ANOS DE CIÊNCIA EM CARTAZ ILUSTRADO

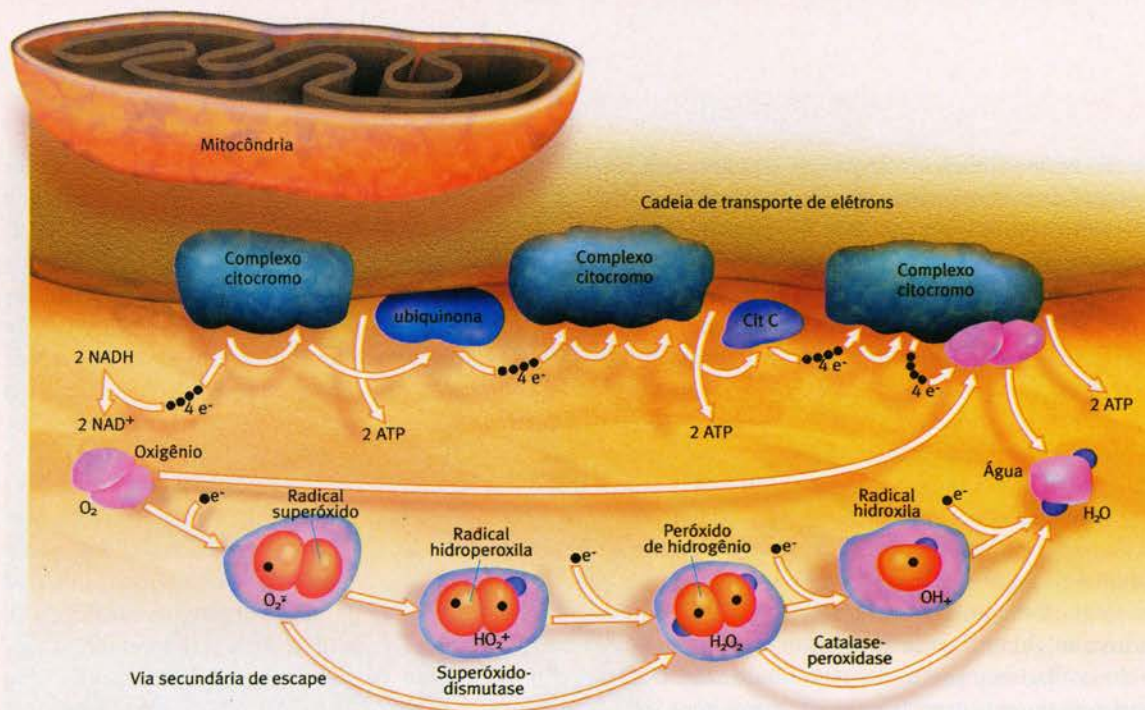
Os principais personagens e fatos da história da ciência no Brasil foram selecionados em um poster ilustrado, que circulará junto com a próxima edição da revista. Historiadores, cientistas e programadores visuais trabalharam durante sete meses na feitura do cartaz, que será distribuído a escolas públicas do estado do Rio de Janeiro.



OS DIVERSOS USOS DOS NANOMAGNETOS

Materiais magnéticos estão presentes em várias áreas da vida moderna: motores elétricos, discos de computador, televisões e cartões de crédito. Marcelo Knobel, do Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas, mostra que os nanomagnetos (compostos de partículas magnéticas microscópicas) terão grande impacto em sistemas como gravação e leitura de memórias magnéticas.

ciência hoje



MEDICINA Combate a oxirradicais depende de maior conhecimento sobre como agem no organismo

Radicais livres: ‘vilões’ ainda em estudo

Nos últimos cinco anos, o estresse oxidativo – o excesso dos chamados radicais livres no organismo – vem atraindo a atenção da imprensa leiga, por sua associação com o envelhecimento e com doenças (arteriosclerose, câncer e outras) e processos infecciosos degenerativos. É preciso, porém, tratar do tema de forma científica, para evitar idéias ingênuas sobre drogas milagrosas, que rejuvenesceriam ou dariam novo vigor às pessoas. Por **Alberto Schanaider**, da *Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho*.

Figura 1. Redução tetravalente do oxigênio no complexo citocromo-oxidase mitocondrial

Os primeiros estudos sobre os radicais livres derivados do oxigênio enfocavam o papel que eles exercem na presença de toxinas ou antígenos agressores. Ficou claro que, mesmo nessas circunstâncias, a ação dos radicais não é isolada, dependendo da amplitude da resposta do sistema imunológico à agressão e de interações entre os mecanismos biomoleculares que regulam a ativação de reações inflamatórias. Novos conhecimentos permitiram compreender que esses agentes oxidantes atuam em múltiplos processos orgânicos e que seus efeitos, às vezes benéficos, também podem ser muito danosos, tanto em vertebrados quanto em invertebrados.

As espécies reativas de oxigênio, chamadas também de oxirradicais, radicais livres derivados do

oxigênio ou radicais-oxigênio livres, são moléculas que contêm um ou mais elétrons desemparelhados e portanto disponíveis para reações com outras moléculas ou átomos. Duram milissegundos, mas esse tempo é suficiente para a ação oxidativa, tóxica para as células e para microrganismos agressores.

Os oxirradicais promovem alterações no metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídios. Desagregam os microfilamentos do citoplasma, que compõem o ‘esqueleto’ das células, e interferem nos mecanismos reguladores dos fluxos de íons através das membranas celulares. Também alteram (pela oxidação) os lipídios, em especial os ácidos graxos polinsaturados, danificando estruturas onde eles estão presentes (como as membranas celulares). Po-

dem inativar enzimas, impedindo processos metabólicos, e quebrar as longas cadeias de moléculas presentes nos carboidratos. Nos ácidos nucleicos, oxidam as bases nitrogenadas, fragilizando as cadeias do DNA e facilitando mutações, o que pode desativar genes supressores de certos tipos de tumores ou ativar oncogenes, levando ao câncer.

Como surgem os radicais livres

Em condições fisiológicas, de todo o oxigênio molecular captado nas mitocôndrias e processado na cadeia respiratória (que transporta elétrons em nível celular), só 1% a 5% escapam e formam oxirradicais (figura 1). A via de escape produz esses radicais através de sucessivas reduções monovalentes (em cada uma, um elétron é capturado pela molécula que contém oxigênio). Os intermediários formados – radical superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e hidroxila (OH^-) – podem ser convertidos em água, tornando-se inofensivos, por um mecanismo bioquímico de proteção normalmente existente nas células, composto pelas enzimas superóxido-dismutase, catalase e sistema glutatião.

Mas há outras fontes geradoras de oxirradicais, entre elas processos de redução temporária e localizada do fluxo sangüíneo (isquemia ou hipoperfusão) seguidos pelo retorno do sangue ao local (reperusão), como em quadros de choque, em transplantes e em revascularizações, e também em processos inflamatórios, como pancreatite, colecistite (sem cálculos), septicemia, doença de Crohn e outros.

Se o volume de sangue em um tecido ou órgão é insuficiente, ocorre o bloqueio da enzima citocromo-oxidase, uma das etapas da cadeia respiratória. A interrupção dessa cadeia leva à escassez de oxigênio para o metabolismo celular e ao excesso de íons hidrogênio (acidose). Quando o fluxo sanguíneo é restabelecido, o oxigênio agora disponível interage com a xantina-oxidase (substância formada pela conversão, durante a isquemia, da xantina-desidrogenase) e com a hipoxantina (um dos produtos da degradação da adenosina-trifosfato, ou ATP) e incorpora elétrons (figura 2). Disso resulta a síntese de oxirradicais, que, junto com outros agentes reativos liberados durante sua formação – cloraminas (R-ClNO_3), ácido hipocloroso (HOCl) e peroxinitrito (OONO^-) –, causam lesões em tecidos.

A reação que produz a hidroxila requer algum metal de transição (ferro, cobre, cobalto) como agente catalisador – essa produção é facilitada porque toda agressão a tecidos, traumática ou infecciosa, libera ferro. Esses eventos causam ainda a migração de neutrófilos, que também atuam como fontes geradoras do radical superóxido. Além disso, os neutrófilos produzem oxigênio no estado singlete (O_2), capaz de atuar como radical livre porque seus elé-

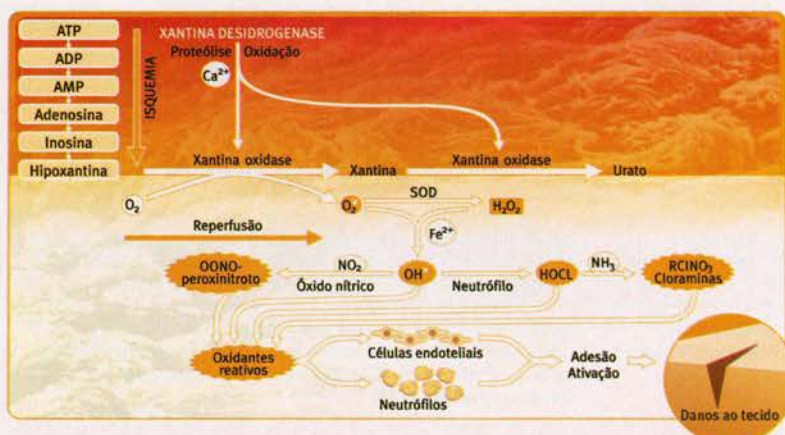


Figura 2.
Geração de
radicais livres
na síndrome
isquemia-
reperfusão

trons, mesmo emparelhados, situam-se em órbitas distantes do núcleo, o que leva o átomo a um estado químico altamente reativo.

Além dos neutrófilos, participam do processo de geração de radicais livres vários componentes do sistema de defesa do organismo: linfócitos T e B, monócitos, anticorpos, complemento ativado, opsoninas, leucotrienos, interleucinas, gama-interferon, fator de necrose tumoral, óxido nítrico e outros.

Defesa das células contra oxirradicais

Os oxirradicais são muito agressivos, mas as células têm mecanismos de defesa capazes de inativar, bloquear ou varrer esses agentes reativos, como certas enzimas e o sistema glutatião. A enzima superóxido-dismutase, encontrada na mitocôndria e no citoplasma de todas as células, inativa o radical superóxido (O_2^-), transformando-o em peróxido de

DOZE ANOS DE PESQUISAS

Várias linhas de pesquisa envolvendo radicais livres derivados do oxigênio vêm sendo desenvolvidas no Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os pioneiros, nessa área de estudo, foram os médicos Eduardo Marques Tinoco e Louis Barrucand, nos anos 80. A partir de 1987, o Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina, também na UFRJ, iniciou estudos sobre o papel dos oxirradicais na isquemia e reperfusão visceral. Após mais de 10 anos, as pesquisas comprovaram a participação dos radicais livres em processos inflamatórios e de reperfusão (nos intestinos, no fígado, no cérebro, nos testículos e nos enxertos de pele), nas obstruções intestinais e em lesões causadas por radiação na mucosa do Intestino grosso. Hoje, o Departamento de Cirurgia busca, em parceria com áreas de pesquisa básica, como o Departamento de Bioquímica Médica do Instituto e Ciências Biomédicas da UFRJ (reconhecido centro de excelência), ampliar o conhecimento sobre a ação dos oxirradicais, o que pode levar a novas medidas preventivas ou a novos tratamentos para várias doenças que afligem o homem.

LOCAL	DOENÇAS
Cérebro	Isquemias transitórias (acidentes vasculares encefálicos), transmissão neuronal, memória cognitiva, síndromes de hiperoxigenação, encefalomielites e doenças desmielinizantes, demência senil, Alzheimer (?).
Olho	Retinopatia diabética, glaucoma, fibroplasia retrolental, catarata.
Aparelho cardiovascular	Isquemia miocárdica e síndromes anginosas, cardiomiopatias, tromboangite obliterante, insuficiência venosa e arterial, microangiopatias, vasculites, arteriosclerose, aterosclerose (?).
Aparelho respiratório	Edema intersticial e alveolar, enfisema, ação de poluentes, pneumonias, pneumoconioses, síndrome de angústia respiratória, abertura de <i>shunts</i> , encarceramento pulmonar pós-trauma, neoplasias (?).
Trato gastrointestinal	Doenças ulcerosas, lesão da barreira mucosa por ação exógena, esofagites, enterocolites, doenças inflamatórias intestinais inespecíficas (Crohn, retocolite ulcerativa), insuficiência hepática, hepatites, colestases, pancreatites, colecistites alitiásicas, hemorragias digestivas.
Sistema renal	Lesões tubulares, afecções glomerulares (glomerulonefrites), intoxicação por metais pesados, vasoconstrição arteriolar.
Pele	Radiação solar, queimaduras, porfirias, sobrevivência de enxertos, câncer (?).
Variado	Choque, collagenoses, gota.

Figura 3.
Doenças provavelmente associadas à atividade dos oxirradicais

hidrogênio (H_2O_2). Este é inativado pela catalase, presente em vesículas que armazenam enzimas (peroxissomos), e pelo sistema glutatião, que transforma o peróxido de hidrogênio em água. Tais reservas biológicas naturais, porém, esgotam-se quando a agressão oxidativa é muito prolongada e intensa.

Já o radical hidroxila ($OH^\cdot$) é o mais nocivo de todos porque o organismo não dispõe de mecanismos para sua inativação (não há um 'varredor' específico). Os inativadores dos agentes oxidativos podem ser hidrófobos (situados em membranas, como superóxido-dismutase, catalase, alfatocoferol, betacaroteno) ou hidrófilos (situados no meio aquoso celular, como o sistema glutatião, o selênio, a metionina e o ácido ascórbico). No meio extracelular, os inativadores naturais são escassos, destacando-se as hemácias e a ceruloplasmina.

É possível fornecer ao organismo substâncias inativadoras farmacológicas, para proteger células e tecidos da agressão dos oxirradicais. Mas essas substâncias só serão eficazes se estiverem na circulação sanguínea, em níveis adequados, no momento da reperusão ou do início do processo inflamatório.

Várias drogas inativadoras de radicais livres têm seu mecanismo de ação bem conhecido. O alopurinol tem estrutura química semelhante à da superóxido-dismutase, a acetil-cisteína transforma o peróxido de hidrogênio em água, a deferoxamina e o EDTA ligam-se ao ferro, impedindo que este participe da síntese da hidroxila, e o manitol inativa a hidroxila. Já a vitamina A controla a formação de hidroperóxidos lipídicos e derivados do ácido

araquidônico (principalmente os leucotrienos), a vitamina C (ácido ascórbico) inibe a peroxidação lipídica e a vitamina E (alfatocoferol) fornece átomos de hidrogênio para as membranas celulares e impede a reação em cadeia que gera os oxirradicais (e também inativa o oxigênio singlete).

Aplicações na medicina e perspectivas

A eficácia dos inativadores tem sido comprovada, em certas circunstâncias, tanto em tratamentos clínicos quanto cirúrgicos. A maioria das soluções preservadoras de órgãos para transplantes contém um inativador de oxirradicais. Há várias décadas os cirurgiões cardíacos usam o manitol para preservar a integridade dos rins durante o período em que a circulação sanguínea é mantida fora do corpo. Hoje já se sabe que essa substância também inativa o radical hidroxila, o que leva a uma evolução pós-operatória mais favorável, expressa pela melhor estabilidade da dinâmica circulatória (pressão, fluxo e outros fatores).

Existe uma tendência de generalização do uso dos inativadores de oxirradicais (incluindo doenças degenerativas e auto-imunes, inflamações dos vasos sanguíneos e reações a medicamentos), mas ainda é preciso cautela. O emprego desses fármacos parece promissor em situações de choque, septicemia, isquemias (no cérebro, fígado, rins, intestinos, testículos) e certos tipos de enxertos de pele, desde que o agente causador do problema seja transitório.

É notório que ilustres cientistas, de indiscutível saber, já defenderam o uso de vitaminas antioxidantes em altas doses, argumentando que melhorariam a qualidade de vida ou ajudariam a prevenir uma série de doenças. Persistem, no entanto, várias dúvidas. Qual a dose ideal? O uso deve ser regular em doenças crônicas? Quais as indicações precisas para a adequada eficácia terapêutica? Embora o mecanismo de ação seja conhecido e algumas aplicações clínicas estejam consagradas, há escassez de estudos sobre o assunto na espécie humana. A transposição, para o homem, das doses usadas em modelos experimentais com animais exigiria a administração de quantidades muito elevadas, o que refreia o uso indiscriminado ou levanta dúvidas.

É preciso, portanto, prosseguir com os estudos sobre os mecanismos de ação dos oxirradicais (ver 'Doze anos de pesquisas') e sobre sua provável participação em muitos processos patológicos, envolvendo diversos sistemas, órgãos ou tecidos (figura 3), gerando mais conhecimento nessa área. Isso tem sido alcançado com a relevante contribuição de pesquisadores de áreas como bioquímica, imunologia, biologia molecular, genética e biofísica, como revelam os avanços obtidos nas últimas décadas no tratamento de inúmeras doenças. ■

Bosque de mangue dominado pelo mangue-vermelho, com seus caules modificados

FOTOS DE L. F. MENEZES



ECOLOGIA Atividades humanas reduzem há séculos a biodiversidade dos manguezais de Guaratiba

A riqueza ameaçada dos mangues

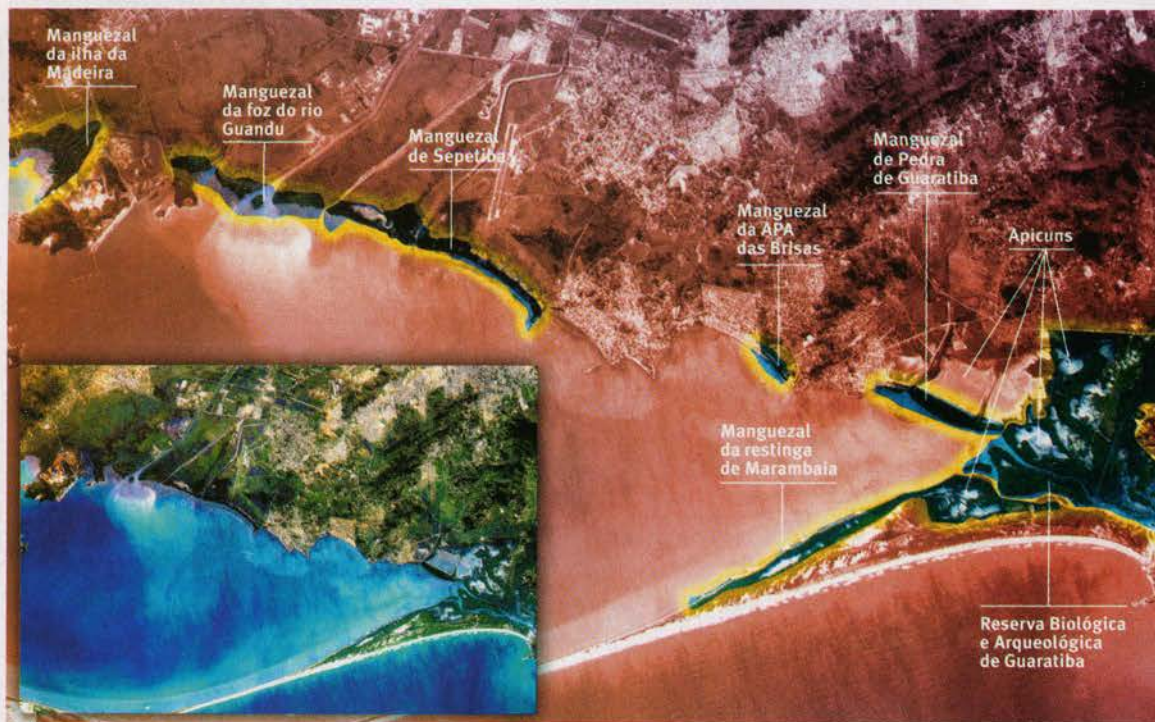
A flora adaptada às condições especiais, a fauna variada e a influência direta na cadeia alimentar fazem dos manguezais ambientes de grande importância ecológica. Mas a ocupação irregular, a poluição e outras ações humanas vêm deteriorando tais ecossistemas, enquanto estudos científicos buscam – a partir do maior conhecimento de suas características e dos impactos que sofrem – formas de preservá-los. Por **Luis Fernando T. de Menezes** e **Ariane Luna Peixoto**, do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e **Norma Crud Maciel**, do Serviço de Ecologia Aplicada da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema).

Áreas litorâneas tropicais e algumas subtropicais protegidas da ação das ondas, e que recebem do continente água doce com sedimentos e nutrientes, são propícias ao crescimento de manguezais. Tais ecossistemas, formados por plantas adaptadas a condições de estresse – inundações periódicas pela água do mar, solo frouxo, variações de salinidade e baixos teores de oxigênio –, produzem grande quantidade de matéria orgânica e a exportam (ver 'Manguezais: florestas de beira-mar', em CH n° 13), o que favorece o aumento da produtividade pesqueira de mares próximos. No entanto, apesar do seu valor e das leis de proteção, os manguezais têm sido destruídos para dar lugar a condomínios luxuosos,

indústrias, marinas, ou têm sido invadidos pela população mais pobre.

Os manguezais brasileiros distribuem-se do cabo Orange (AP) até Laguna (SC), em geral associados a deltas, enseadas, reentrâncias e baías. Os mais exuberantes estão nos estados do Amapá, Pará, Piauí e Maranhão, onde as condições para as espécies típicas desse ecossistema são ideais: temperaturas tropicais, costas livres da ação das ondas, marés de larga amplitude, água salgada e aporte de água doce (com nutrientes e sedimentos). Lá, as árvores atingem mais de 40 m de altura, enquanto na região Sul, em função basicamente das baixas temperaturas, não ultrapassam 2 m.

Grande parte das margens da baía de Sepetiba (vista em imagem de satélite) ainda é ocupada por manguezais



No estado do Rio de Janeiro, as principais áreas de manguezais são a foz do rio Paraíba do Sul e as baías de Guanabara, Sepetiba e Angra dos Reis. Na baía de Sepetiba, as mais significativas são as de Guaratiba, no município do Rio de Janeiro, mas há áreas importantes em municípios vizinhos. Os manguezais de Guaratiba ocorrem principalmente ao longo da planície de maré, com cerca de 40 km², situada a leste da baía de Sepetiba (ver 'Marambaia: a última restinga carioca preservada', em CH n° 136). Essa planície faz a transição entre os ambientes marinho e terrestre e é cortada por vários canais de maré, mantidos pelo fluxo da corrente das marés.

A maior área de mangue, com as árvores de maior porte de toda a planície, está hoje protegida dentro da Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, com 2.800 hectares (ha), criada em 1974 e administrada pela Fundação Instituto Estadual de Florestas (FIEF). O Centro Tecnológico do Exército, que ocupa parte da área, tem contribuído para a preservação da reserva.

Aspecto geral de um dos manguezais existentes às margens da baía de Sepetiba



A vegetação do manguezal de Guaratiba

As espécies típicas de mangue do Rio de Janeiro, reconhecidas por adaptações que asseguram a troca de gases (entre as raízes e o sedimento) e a sustentação no solo frouxo, estão bem representadas em Guaratiba. O mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) apresenta 'raízes-escoras' (rizóforas), estruturas modificadas que partem do caule para o solo. O mangue-siriúba (*Avicennia schaueriana*) tem 'raízes respiratórias' (pneumatóforas), que crescem para fora do solo encharcado em busca de oxigênio. Também com pneumatóforas, o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) é facilmente identificado pelo pecíolo vermelho que liga as folhas ao ramo.

Exuberantes até o início do século, os manguezais de Guaratiba deterioraram-se nas últimas décadas. Em 1979, os geólogos Dimas Dias-Brito, da Petrobras, e Louissette Zaninetti, da Universidade de Genebra (Suíça), descreveram na área árvores de mangue-vermelho de até 25 m, com troncos de 40 a 50 cm de diâmetro. Hoje, não há mais indivíduos desse porte. As árvores próximas a rios e canais de maré ainda são as mais altas, mas não ultrapassam 15 m.

Os estudos mais atuais sobre manguezais distinguem três tipos de vegetação, bem representados em Guaratiba: o 'bosque de franja' (que cresce do continente até a margem da baía), o 'bosque ribeirinho' (ao longo de rios e canais) e o 'bosque de ilha' (nas ilhas formadas pelo acúmulo de sedimentos). Recentemente, professores e alunos do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) identificaram na região um padrão de

ocorrência de espécies. Junto à margem do rio predomina o mangue-vermelho, com árvores de até 13 m de altura. À medida que cresce a distância da margem, diminuem o número e a altura das árvores de mangue-vermelho e o mangue-siriúba passa a dominar (nos dois parâmetros), embora a espécie não supere 8 m. Na parte mais distante da margem, o bosque é mais espaçado e surgem poucos exemplares do mangue-branco. O mangue-vermelho volta a dominar (em número), mas o siriúba mostra maior porte (diâmetro e altura). A altura do bosque diminui à medida que o rio fica mais distante e surgem os apícuns, onde as poucas árvores só chegam, em média, a 1 m.

Esse padrão não foi observado nos manguezais da reserva de Guaratiba que formam franja na margem da baía de Sepetiba. Em alguns pontos, o predomínio é do mangue-siriúba. Em outros, do mangue-vermelho. O mangue-branco, menos comum, quase sempre está associado às outras espécies. A mais abundante é o siriúba, que ocupa terrenos mais salinos e mais elevados e domina as margens dos canais.

Outras plantas vivem nos galhos das árvores do mangue, com destaque para as orquídeas *Cattleya forbesii* e *Cattleya guttata* e as bromélias *Aechmea nudicaulis* e *Tillandsia usneoides*. Também são observadas samambaias, líquens e algas. Insetos e crustáceos também habitam essas árvores, alimentando-se de suas folhas e afetando assim a produção de matéria orgânica (ver 'Herbivoria nos mangues').

O processo ativo de sedimentação é um aspecto característico dos manguezais de Guaratiba. Os bos-

rios deságuam. Depósitos recentes de sedimentos à frente dos mangues formam o lavado, camada de lama frouxa coberta pela água em todas as marés altas. O lavado é com frequência colonizado pela praturá (*Spartina alterniflora*), gramínea que estabiliza o sedimento e facilita a fixação de plantas jovens de mangue (em especial mangue-vermelho), favorecendo o crescimento do manguezal. ▶

HERBIVORIA NOS MANGUES

Em alguns países, os manguezais são preservados porque a decomposição de folhas, troncos, galhos e animais fornece matéria orgânica para as cadeias alimentares costeiras. Parte dessa produção (de uma a 10 t/ha) é exportada para as águas próximas e consumida por uma fauna diversificada. A produtividade pesqueira de águas tropicais está intimamente ligada à presença de manguezais, mas essa relação tem sido prejudicada pelos impactos decorrentes de derramamentos de petróleo e por alterações (causadas por ações humanas) nos padrões de circulação da água do mar dentro do mangue.

Professores e alunos do Departamento de Botânica da UFRRJ vêm estudando a interferência, na produção de matéria orgânica, de animais (insetos e caranguejos) que consomem as folhas do mangue, reduzindo a área de realização da fotossíntese. O estudo está avaliando ainda outros danos à área foliar como ranhuras e ataques de fungos e bactérias. Análises mensais (durante um ano) revelaram que as perdas de área foliar foram maiores no mangue-branco e no mangue-siriúba, enquanto o mangue-vermelho foi a espécie menos atingida.

Área foliar perdida pelas três espécies de árvores comuns em um manguezal da baía de Sepetiba (RJ)

Espécies	Área foliar potencial (em cm ²)	Área foliar danificada (em cm ²)	Percentual de área foliar danificada	Área foliar danificada por herbivoria (cm ²)	Percentual da área danificada por herbivoria	Participação da herbivoria no total danificado
Mangue-branco (<i>Laguncularia racemosa</i>)	14.931,2	1.808,7	12,1%	1.667,8	11,2%	92,2%
Mangue-siriúba (<i>Avicennia schaueriana</i>)	13.592,3	1.124,1	8,3%	829,1	6,1%	73,8%
Mangue-vermelho (<i>Rhizophora mangle</i>)	16.509,3	1.025,2	6,2%	346,7	2,1%	33,8%
Total das três espécies	45.032,8	3.957,0	8,8%	2.843,6	6,3%	71,9%

ques formaram-se, e continuam a se expandir, pela deposição na baía de Sepetiba das argilas trazidas pelos rios. O processo leva à formação de ilhas, dominadas pelo mangue-vermelho, com árvores de até 6 m. Embora o transporte de sedimentos para a baía seja natural, a ocupação irregular ao longo dos rios da bacia e o conseqüente desmatamento intensificaram o processo, assoreando rios e canais.

O excesso de sedimentos vem reduzindo a lâmina d'água da baía de Sepetiba, em especial onde os

As perdas, por diversas causas, alcançam 8,8% da área foliar total do mangue. Considerando-se apenas a ação de herbívoros (insetos e caranguejos), a perda de área foliar é de 6,3%. Os resultados evidenciam a importância do ataque de insetos e caranguejos herbívoros nos danos foliares sofridos pelo mangue-branco e pelo siriúba. No mangue-vermelho, porém, outros danos foram mais relevantes que a herbivoria, resultado que pode estar associado à grande quantidade de tanino que essa planta contém, pois essa substância pode atuar como uma defesa.

O mangue-branco é outra espécie adaptada às condições dos manguezais

O ambiente hostil dos apicuns

Nos manguezais da reserva de Guaratiba, na Área de Proteção Ambiental das Brisas (em Pedra de Guaratiba) e em Sepetiba existem trechos quase sem vegetação conhecidos como apicuns ou salgados. Sua ocorrência é em geral associada a antigos domínios de mangues que por diferentes razões deixaram de ser cobertos por marés normais. A incidência direta dos raios solares nessas áreas, só banhadas pelas marés mais altas, evapora a água e aumenta o teor de sal. Os apicuns também decorrem da morte de áreas do manguezal por causas naturais ou pela ação humana.

Em Guaratiba, os apicuns ocorrem no meio do bosque de mangue ou, com maior frequência, atrás deste, sempre em áreas mais elevadas. Em 1978, os geólogos Hélio Roncarati e Silvio S. Barrocas, da Petrobras, observaram diferentes zonas de apicuns em Guaratiba, denominando-as de 'zona caranguejo' e 'zona alga'. A primeira, por ser mais baixa que a segunda, é menos salina e permite a sobrevivência de caranguejos, nos períodos de inundação, durante as marés de sizígia. Nessa zona ocorrem ainda a *Salicornia gaudichaudiana*, pequena planta avermelhada e succulenta, adaptada ao sol intenso e à alta salinidade, e pequenas árvores de mangue-siriúba. Na zona alga, em geral na parte mais central do apicum, é mais salina, o que impede a sobrevivência de caranguejos e vegetais superiores. Nela só ocorrem algas cianofíceas.

Mais tarde, os geólogos Joel A. Moura, Dimas Dias-Brito e Paul Brönnimann, também da Petrobras, rebatizaram essas zonas: as pequenas elevações (apicuns) foram chamadas de 'planície de maré superior' e a área coberta de árvores de mangue de 'planície de maré inferior'. Na planície de maré superior, chamaram a porção mais alta de 'fácies alga' e a mais baixa de 'fácies caranguejo'. Atualmente, pesquisas de Hélio Roncarati e do primeiro autor deste artigo têm observado quatro diferentes zonas de apicuns em Guaratiba.

Se os apicuns ficam atrás do bosque de mangue, pode haver entre a fácies alga e a terra firme uma área de transição (*salt marsh*), onde vivem plantas que toleram o elevado teor salino decorrente de inundações ocasionais de água salgada, como *S. gaudichaudiana* e *Sesuvium portulacastrum* (brejo-da-praia). Em áreas pouco mais altas vêem-se moitas da gramínea *Sporobolus virginicus* e da ciperácea *Fimbristylis spadiacea*. A samambaia-dobrejo (*Acrostichum aureum*) ocorre no limite de maior influência do mar, e na área além do alcance da maré é comum o algodoeiro-da-praia (*Hibiscus tiliaceus*). Há *salt marsh* característicos ao longo da avenida das Américas, um dos limites da reserva de Guaratiba.



Uma fauna muito diversificada

O uso do manguezal por animais e pelo homem vem de tempos pré-históricos. No Brasil, isso já foi comprovado em estudos sobre sambaquis (depósitos de conchas feitos, em áreas litorâneas, por antigas comunidades humanas). Há vários sambaquis nos manguezais de Guaratiba. Pesquisas arqueológicas revelaram que os habitantes da planície local e arredores (há pelo menos 2.200 anos) eram basicamente coletores e pescadores. A caça era secundária, oportunística, envolvendo animais que iam ao mangue em busca de comida ou abrigo: antas, capivaras, veados e porcos-do-mato.

Além de conchas e ossos de mamíferos, há nos sambaquis pinças de crustáceos e fragmentos de ossos de aves, répteis e peixes. Lontras e jacarés, abundantes no passado, hoje são raros por causa da caça, da ocupação desordenada e da poluição. Poucos mamíferos ainda são vistos no local, como o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o guaxinim (*Procyon cancrivorus*) e o gambá (*Didelphis marsupialis*).

O manguezal sempre ofereceu alimento abundante, e muitas vezes fácil de ser apanhado, ao homem e a animais. Vivem ali moluscos como ostra (*O. rhizophora*), samanguaiá (*Anomalocardia brasiliensis*), berbigão (*Lucina pectinata*), unha-de-velho (*Tagelus plebeius*), concha (*Macoma constricta*) e sururu (*Mytella guyanensis*), crustáceos como camarões e caranguejos – caranguejo-uça (*Ucides cordatus*), aratu ou caranguejo-marinheiro (*Aratus pisonii*), siri (*Callinectes danae* e *C. sapidus*) e guaiamu (*Cardisoma guanhumi*) – e a tartaruga *Chelonia mydas*.

Inúmeros peixes freqüentam os canais e as áreas alagadas nas marés. Espécies consumidas por povos pré-históricos e históricos (tupinambás) ainda são comuns, entre elas bagre-bandeira (*Bagre marinus*), xaréu (*Caranx hippos*), corvina (*Micropogonias furnieri*), enchova (*Pomatomidae saltator*), pargo (*Pagrus pagrus*), sargo-de-dente (*Archosargus probatocephalus*), robalo (*Centropomus undecimalis*), tainhas (*Mugil sp.*), cação (*Alopias vulpinus*) e mangona (*Odontaspis taurus*).



As raízes respiratórias do mangue-siriúba (à esquerda) saem do solo para buscar oxigênio

Raízes de mangue-vermelho (ao lado) colonizadas por ostras e pelo caranguejo aratu

As aves foram e continuam sendo os principais visitantes do mangue, fazendo ninhos nas árvores ou buscando comida na água, na areia e no lodo. São vistos a garça-branca-grande (*Casmerodius albus*) e a pequena (*Egretta thula*), a garça-azul (*Florida coerulea*), o maguari (*Ardea cocoi*), o socozinho (*Butorides striatus*), o socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*) e, com sorte, o savacu (*Nyctanassa violacea*), o arapapá (*Cochlearis cochlearius*) e o colhereiro (*Ajaia ajaia*). Antigas moradoras, mas pouco vistas, são a saracura-três-potes (*Aramides cajanea*), a saracura-do-mangue (*Aramides mangle*) e a saracura-sanã-dos-mangues (*Rallus longirostris*).

De agosto a abril, aves migratórias buscam alimento e abrigo nos manguezais de Guaratiba, fugindo do inverno no hemisfério Norte. Algumas têm grande porte, como maçaricão (*Numenius phaeopus*), batuiuçu (*Pluvialis dominica*), batuiuçu-de-axila-preta (*Pluvialis squatarola*), maçarico-de-asa-branca (*Catoptophorus semipalmatus*) e outros maçaricos. Têm tamanho médio o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*) e o vira-pedras (*Arenaria interpres*). Há ainda espécies pequenas, como maçarico-pintado (*Actitis macularia*), batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*), maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*) e maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*), e minúsculas, como maçarico-miúdo (*Calidris pusilla*) e maçariquinho (*Calidris minutilla*). Mistura-se aos bandos o maçarico-de-coleira (*Charadrius collaris*), espécie brasileira.

Nas lagoas formadas no apicum pousam para descanso as marrecas-queixo-branco (*Anas bahamensis*). Outro migrante do hemisfério Norte é a

águia-pescadora (*Pandion haliaetus*), que captura peixes com suas garras. As espécies de gavião mais comuns nos manguezais de Guaratiba são o gavião-pinhé (*Milvago chimachima*) e o gavião-carijó (*Buteo magnirostris*). Já o guará (*Eudocimus ruber*), que deu nome ao local ('guaratiba', em tupi, significa 'lugar onde há muito guará'), sumiu da região nos anos 50, fugindo da pressão populacional e da poluição.

O refúgio natural formado pelos manguezais de Guaratiba está hoje em perigo, em especial por causa da acelerada ocupação da área por loteamentos irregulares. Tais mangues vêm sendo destruídos desde a chegada dos primeiros colonizadores, que extraíam o tanino do mangue-vermelho para curtir couros. Depois, drenaram extensas áreas para agricultura e pecuária. Mais tarde, comunidades de pescadores passaram a usar troncos do mangue-vermelho para construir as 'cercadas' ou 'currais' de pesca. Nas últimas décadas, o mangue tem sofrido a ação dos poluentes químicos, em especial metais pesados presentes em despejos industriais. Embora o manguezal ajude a reter parte dos poluentes, estes entram na cadeia alimentar, contaminando toda a fauna local e as populações humanas que dela dependem. Nos últimos anos, estudos mostram que a diversidade e a abundância de peixes vêm diminuindo, confirmando as ameaças à vida existente nesses valiosos ecossistemas.

A produção pesqueira vem diminuindo nas proximidades dos manguezais, em função da ocupação irregular dessas áreas e da poluição





CIÊNCIAS DA ATMOSFERA O estudo dos raios pode levar a importantes aplicações

Os relâmpagos no século 21

Os relâmpagos assustam e fascinam o homem talvez desde que este surgiu na face da Terra. Na Antigüidade, eram tidos como manifestações dos deuses. Hoje, sabe-se que são fenômenos elétricos naturais, mas ainda preocupam a sociedade, por causa dos danos que podem causar. Ao mesmo tempo, os relâmpagos surgem como uma alternativa para a avaliação dos impactos de ações humanas sobre o meio ambiente. O que esse fenômeno, que ainda tem mistérios, pode nos revelar no século 21? Por

Osmar Pinto Junior e Iara R. C. de Almeida Pinto, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Os avanços científicos alcançados no século 20, em especial nas últimas décadas, tornam as expectativas para o próximo século bastante otimistas em diferentes áreas da ciência. Uma das áreas promissoras é a que trata dos relâmpagos e de seus efeitos na sociedade. No entanto, falar sobre o futuro – ainda mais se o assunto é ciência – é tarefa muito difícil. Não faltam exemplos no passado. No final do século 17, após Galileu Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1642-1727) estabelecerem as bases da física moderna, era razoável acreditar que pouco faltava para ser desvendado. No entanto, o século 18 foi marcado por grandes descobertas, inclusive em eletricidade e magnetismo.

Essa 'aventura' pelo século 21 talvez possa ser facilitada se compararmos o que se sabia sobre os relâmpagos no final do século 19 com o conhecimento atual. A natureza elétrica dos relâmpagos já era conhecida desde o século 18, graças ao cientista norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790). Seus estudos espantaram os mitos e lendas e permitiram reconhecer os relâmpagos como descargas elétricas intensas que ocorrem na atmosfera.

Associados às descargas, são produzidos fortes campos eletromagnéticos, que se propagam a cen-

tenas ou até milhares de quilômetros do ponto de origem do relâmpago. As leis que descrevem tais campos foram propostas ainda no século 19 pelo físico escocês James C. Maxwell (1831-1879). Já naquela época os relâmpagos eram associados a nuvens de tempestade e outro fenômeno aparentemente elétrico era relatado: o relâmpago esférico.

No fim do século 19, duas novas técnicas – fotografia e espectroscopia – passaram a ser usadas para estudar relâmpagos. As fotografias revelaram que em muitos casos os 'raios' eram compostos por múltiplas descargas, e medidas espectroscópicas mostraram que sua luz combinava emissões em frequências específicas sobrepostas a uma emissão em todo o espectro visível. Também nessa época, foram obtidas as primeiras estimativas da intensidade da corrente elétrica de relâmpagos, a partir da análise do campo magnético residual em rochas próximas dos seus pontos de incidência.

Tais fatos resumem praticamente todo o conhecimento então existente sobre os relâmpagos. Pouco se sabia sobre seu desenvolvimento, suas características físicas, sua intensidade, suas formas, suas variações geográficas, seu papel no equilíbrio da natureza e sua possível ocorrência em outros planetas.

No alto da página, relâmpago fotografado em fevereiro de 1997 em São José dos Campos (SP)

Respostas para muitas questões

Ao longo deste século diversas técnicas foram desenvolvidas, como a medição da corrente, da radiação eletromagnética e das ondas acústicas geradas pelos relâmpagos, permitindo responder grande parte das questões surgidas em outros séculos. Hoje, sabe-se que o fenômeno é mais complexo do que aparenta (ver 'Etapas de um relâmpago').

Na região da atmosfera onde o relâmpago se propaga, são atingidas temperaturas em torno de cinco vezes a da superfície do Sol e pressões 10 vezes superiores à medida ao nível do mar, formando-se um verdadeiro plasma. A corrente elétrica sofre grandes variações durante as etapas do relâmpago e pode chegar, nas descargas de retorno, a 400 mil amperes (cerca de 10 mil vezes a corrente de uma tomada residencial comum). Já foram identificadas diferentes formas de relâmpagos: entre a nuvem e o solo, entre o solo e a nuvem, entre nuvens, dentro de nuvens e de nuvens para o ar. O relâmpago 'esférico' teve identificadas suas principais características, como tamanho, forma, cor e duração.

Descobriu-se ainda que os relâmpagos variam com a localização geográfica, sendo mais comuns nas regiões tropicais (cerca de 70%) e sobre os continentes (cerca de 90%). Vários mecanismos descobertos neste século demonstram o papel desse fenômeno no equilíbrio da natureza. Sabe-se hoje que os relâmpagos fazem parte do chamado circuito elétrico atmosférico global, atuando como geradores de corrente (figura 1). Esse circuito é responsável pela existência de um campo elétrico estacionário na atmosfera da Terra.

Hoje está provado que os relâmpagos interferem na química da baixa atmosfera (gerando ou destruindo compostos) e do solo (causando incêndios, por exemplo). Geram ainda fenômenos luminosos temporários na atmosfera superior e na ionosfera (ao excitar átomos e moléculas) e ondas eletromagnéticas na magnetosfera. Dados obtidos por naves espaciais revelaram que ocorrem em planetas como Vênus, Júpiter e Saturno, e provavelmente em Urano e Netuno, o que dá ao fenômeno um caráter universal.

Três novas técnicas para o estudo dos relâmpagos surgiram na segunda metade do século 20. A primeira é o disparo, em direção a uma nuvem de tempestade, de pequenos foguetes com um fio condutor preso ao solo, para pro-

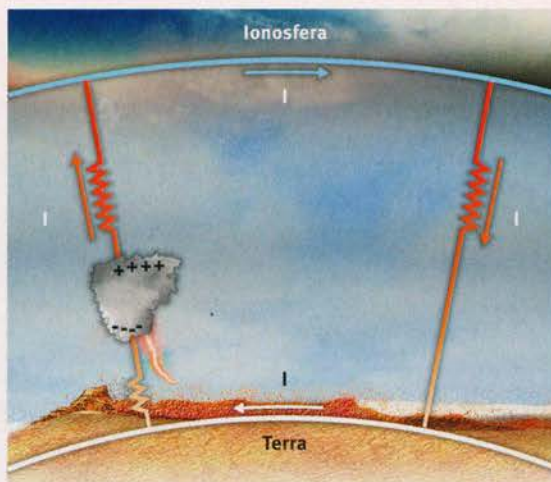


Figura 1. O circuito atmosférico global mantém a Terra e sua atmosfera constantemente carregadas, e os relâmpagos auxiliam o transporte de cargas nesse circuito.

vocar relâmpagos 'artificiais'. Estes acontecem quando uma descarga líder (similar a um líder escalonado natural) parte do foguete para a nuvem. A técnica, criada nos anos 70, permite estudar os relâmpagos (e os campos magnéticos gerados) de modo único, pois sabe-se o local de incidência (o ponto de fixação do fio) e o instante de ocorrência.

A segunda técnica é o levantamento da incidência de raios em regiões mais amplas, com um sistema de sensores no solo, que detectam a radiação eletromagnética gerada (na faixa de ondas de rádio). Tais sistemas começaram a ser instalados nos anos 70, nos Estados Unidos, e hoje existem em muitos países. A terceira técnica, surgida também nos anos 70, é o registro de relâmpagos a partir de sensores óticos a bordo de satélites, que permite acompanhar sua ocorrência em todo o planeta. De início, só eram feitos registros à noite, mas hoje sensores avançados identificam os relâmpagos mesmo durante o dia.

ETAPAS DE UM RELÂMPAGO

Um relâmpago da nuvem para o solo começa quando a resistência elétrica do ar dentro de uma nuvem de tempestade é quebrada por campos intensos, da ordem de 400 mil volts por metro. Com isso, uma descarga em geral não visível, o 'líder escalonado', propaga-se em pequenas etapas, a princípio dentro da nuvem e depois na atmosfera, em direção ao solo. O líder aproxima-se da superfície em cerca de 20 milissegundos, e o forte campo elétrico presente no ar faz com que uma ou mais 'descargas conectantes' deixem o solo em direção a ele. O encontro com o líder provoca uma forte 'descarga de retorno' para a nuvem. Essa descarga, que dura de 50 a 100 milissegundos, produz a luz (o raio) que vemos e, ao aquecer e deslocar o ar, gera o barulho (o trovão) que ouvimos.

Se o relâmpago não é seguido por outro, é um relâmpago 'simples'. Na maioria das vezes, porém, novas cargas são transportadas para o ponto onde o líder escalonado teve início dentro da nuvem, e outro líder, dessa vez movendo-se de modo contínuo ('líder contínuo'), dirige-se ao solo, provocando nova descarga de retorno: são os relâmpagos 'múltiplos'. O processo pode repetir-se dezenas de vezes. Algumas vezes, as descargas de retorno são seguidas por correntes de baixa intensidade e longa duração ('correntes contínuas'). Outros tipos de relâmpagos (exceto os esféricos) têm etapas semelhantes.

Para saber mais: <http://www.lightning.dge.inpe.br>

Figura 2.
Ao lado,
relâmpago
'artificial',
obtido através
do lançamento
de um foguete
em direção
a uma nuvem
de tempestade



FOTO DA UNIVERSIDADE DA FLÓRIDA, EM GAINSVILLE (CÉDIDA PELOS AUTORES)

Figura 3.
À direita,
intensa
atividade de
relâmpagos
durante
tempestade
em São José
dos Campos
(SP) em março
de 1996,
monitorada
pelo sistema
de detecção
existente
na área



No Brasil, situado em sua maior parte na área tropical, é grande a quantidade de relâmpagos. Estima-se que só os da nuvem para o solo (chamados de 'raios') cheguem a cerca de 100 milhões por ano (pouco mais de três por segundo), quatro vezes mais que nos Estados Unidos. Apesar disso, os estudos sobre relâmpagos no Brasil só começaram há duas décadas. Desde o começo dos anos 80, o Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) pesquisa relâmpagos no Brasil, em conjunto com instituições do país e do exterior, entre elas a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e a Agência Espacial dos Estados Unidos (Nasa). Tais estudos vêm sendo apoiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Perspectivas para o futuro

O estudo de relâmpagos no início do século 21 deverá ser marcado por avanços nas três técnicas principais hoje usadas e por sua extensão a outros países. No Brasil, por exemplo, devem começar este ano medidas de relâmpagos 'artificiais', produzidos com a ajuda de foguetes (figura 2), que podem levar a novos e importantes dados. Variações dessa técnica ajudarão a gerar relâmpagos mais semelhantes aos naturais e a conhecer melhor as diferenças en-

tre os relâmpagos em regiões distintas do planeta, decorrentes de características locais da estrutura elétrica das nuvens de tempestade e da atmosfera.

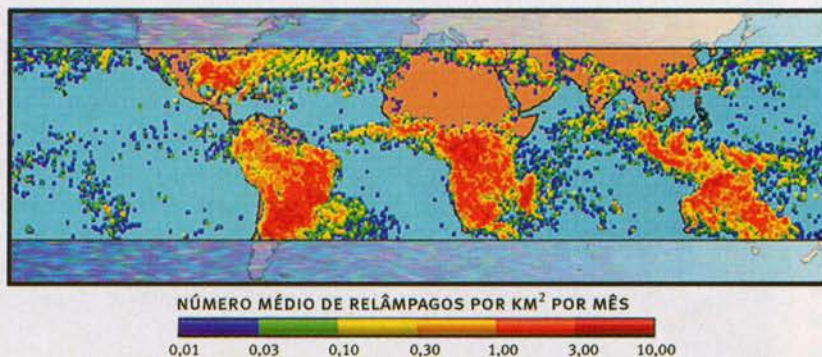
Outros processos para iniciar relâmpagos, como atingir a base da nuvem com raios *laser* de alta potência ou jatos d'água de elevada pressão, poderão auxiliar as pesquisas. Tais métodos ainda não obtiveram sucesso, mas continuarão a ser estudados, pois talvez levem a novos sistemas de proteção para locais de alto risco, como usinas nucleares, centros de computação, centros espaciais de lançamento e outros, que tendem a ter crescente importância no próximo século. Métodos desse tipo permitiriam descarregar nuvens de tempestade dirigindo os relâmpagos para locais predeterminados.

Sistemas que detectam relâmpagos usando a frequência das ondas de rádio devem ser estendidos a mais países (figura 3), permitindo avaliar melhor as variações regionais na atividade de relâmpagos e o impacto local de fenômenos meteorológicos globais, como o El Niño. Tais dados, já em uso no setor de energia elétrica, serão úteis para outros segmentos industriais e ajudarão a aperfeiçoar sistemas de previsão de tempestades.

Espera-se ainda a ampliação do uso de sistemas de detecção de relâmpagos em outras faixas de frequência. A faixa até 30 quilohertz possibilitará acompanhar com maior precisão os relâmpagos so-

bre os continentes e nas proximidades dos pólos, enquanto frequências de dezenas de megahertz ajudarão a detectar relâmpagos dentro das nuvens, antes que saiam para a atmosfera. Registros da ocorrência de relâmpagos por satélite (figura 4) ajudarão a avaliar o impacto da atividade humana no clima do planeta, em particular no falado aqueci-

Figura 4.
Densidade
média de
relâmpagos
(número por
km² e por
mês), entre
dezembro
de 1998
e fevereiro
de 1999,
registrada
pelo satélite
TRMM, da
Nasa



FONTE: CENTRO DE VÔO ESPACIAL MARSHALL (NASA)

mento global. Bastante sensíveis a variações de temperatura, os relâmpagos podem servir como um 'termômetro' para avaliar esse aquecimento.

O uso de sensores cada vez mais sensíveis permitirá que satélites geoestacionários registrem relâmpagos. Com isso, sua ocorrência será monitorada de modo contínuo nos oceanos, levando ao aperfeiçoamento das técnicas de previsão e estudo de furacões e dos métodos de prevenção de acidentes aéreos. Tais registros também poderão ser feitos a partir da estação espacial internacional, projeto do qual o Brasil participa.

Uma nova fonte de energia?

Uma questão importante, há muito debatida, é o eventual aproveitamento dos raios como fonte de energia (figura 5). A energia de um relâmpago típico da nuvem para o solo chega a cerca de 1 bilhão de joules, correspondentes a 100 milhões de volts ou a 300 quilowatts/hora (energia consumida por uma residência em alguns meses). A energia de um raio, portanto, não é tão elevada quanto se imagina, por conta de sua curta duração.

No entanto, considerando que a superfície da Terra é atingida por cerca de 100 relâmpagos por segundo, e admitindo a possibilidade de armazenar toda essa energia, a potência obtida alcançaria cerca de 1 trilhão de watts – 10 vezes a que o Brasil consome. Esse total é significativo, mas há duas dificuldades principais para seu aproveitamento: a impossibilidade prática de capturar no solo todos os raios e a perda de grande parte da potência inicial para a atmosfera, em forma de calor (aquecendo o ar ao redor do trajeto do relâmpago) e de ondas acústicas e eletromagnéticas.

O uso, no futuro, de dispositivos que direcionem a queda dos raios (*laser* ou outros) permitiria capturar a energia que chega ao solo e reduzir as perdas para a atmosfera. Mesmo admitindo que algum dia tais avanços sejam obtidos, a captura da energia de todos os raios, ou da maioria, em um país como o Brasil (onde caem três relâmpagos por segundo)

exigiria a instalação de uma imensa rede de 'direcionadores'. A potência máxima obtida – na hipótese, improvável, de capturar todos os raios – poderia chegar a 30% do consumo nacional. Tal potência poderia ser ampliada (para 100% do consumo, ou 100 bilhões de watts) caso se capturasse a

energia dos relâmpagos que ocorrem dentro das nuvens (10 ou mais por segundo, em países tropicais como o Brasil). No entanto, a captura dessa energia, a partir de dispositivos no solo ou em satélites, ainda é um desafio.

Os relâmpagos esféricos

Um fenômeno que certamente atrairá mais interesse no século 21 é o relâmpago esférico (figura 6), semelhante a um globo de luz intensa e relativamente constante, com cores variadas, em geral próximas ao vermelho, ao branco ou ao amarelo. Medem entre poucos centímetros e alguns decímetros de diâmetro, duram em média em torno de cinco segundos (às vezes alcançando um minuto) e movem-se de forma errática (às vezes rápido, às vezes lentamente) em geral no sentido horizontal.

Sua existência é relatada há séculos, mas não existem imagens fotográficas nem uma teoria amplamente aceita. Têm sido vistos na atmosfera e até dentro de casas e aviões, em geral perto de tempestades. Como há diferenças entre as observações, talvez existam tipos diversos do fenômeno. Na maioria dos relatos (registrados pelos autores) de ocorrência no Brasil, tais relâmpagos têm características similares às aqui descritas.

Desacreditados por muito tempo, os relâmpagos esféricos são hoje considerados um fenômeno real pela maioria dos cientistas atmosféricos, embora não haja consenso quanto à sua origem. Para alguns, são causados pelo acúmulo da energia eletrostática no ar, durante tempestades, e para outros são manifestações luminosas de gases ou plasma superaquecidos. Experimentos de laboratório obtiveram fenômenos semelhantes, mas de menor tamanho médio, o que pôs em dúvida se seriam realmente relâmpagos esféricos. Portanto, pouco se sabe sobre a natureza física desse misterioso fenômeno e sobre suas possíveis implicações. Talvez no século 21 o mistério venha a ser desvendado.



Figura 5. Relâmpago fotografado (com uma lente de 300 mm para visualizar detalhes do fenômeno) em São José dos Campos em março de 1997



Figura 6. Imagem, obtida no Japão, de um suposto relâmpago esférico, fenômeno que continua a ser um mistério para a ciência

Água potável via energia solar

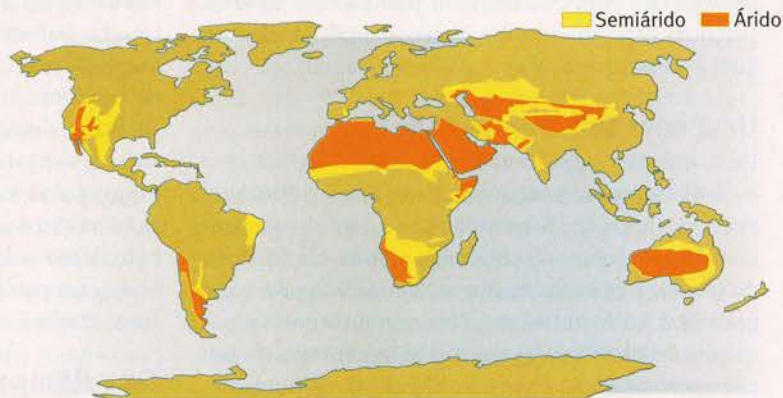
Dessalinização da água em sistemas movidos por energia fotovoltaica pode ser vantajosa para o Nordeste

Figura 1. As regiões mais secas do mundo distribuem-se por todos os continentes, exceto a Antártida

O perigo de escassez de água potável vem sendo debatido nos últimos anos em todo o mundo. Tanto as nações industrializadas quanto os países em desenvolvimento já se preocupam com essa questão (ver 'Crise da água: modismo, futurologia ou uma questão atual?', em CH nº 154), mas seus efeitos são mais sentidos nos últimos, onde a infra-estrutura é deficiente. O problema é ainda maior nas regiões de clima árido ou semi-árido, muitas delas habitadas, presentes em todos os continentes (figura 1).

Para enfrentar esse perigo, a humanidade vem tentando explorar novas fontes de água potável. Entre as soluções em estudo, uma tem se destacado nas últimas décadas: a dessalinização de águas salobras e da água do mar. Essa alternativa é de grande interesse para o Nordeste brasileiro, composto em sua maior parte por regiões semi-áridas, onde a água retirada do subsolo apresenta, na maioria dos poços, teores de sal acima dos padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para consumo.

Dentro do Nordeste, a escassez de água é maior na área mais árida, o chamado 'polígono da se-



ca', com cerca de 950 mil km² (60% da superfície total da região). No sertão nordestino, as soluções tradicionais para resolver o problema da falta d'água são a construção de açudes, para armazenar a água superficial, e a perfuração de poços, para buscar a água subterrânea. Poderiam ser extraídos do subsolo da região, sem risco de esgotamento dos mananciais, pelo menos 19,5 bilhões de m³ de água por ano (40 vezes o volume explorado hoje), segundo estudos da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (Abas). O uso dessa água, porém, é limitado por um problema típico dos poços do interior nordestino: o teor de sal.

Grande parte da região (788 mil km², ou 51% da área total do Nordeste) está situada sobre rochas cristalinas e o contato por longo tempo, no subsolo, entre a água e esse tipo de rocha leva a um processo de salinização. Com exceção do Piauí, todos os estados que fazem parte do polígono da seca situam-se sobre terreno cristalino (figura 2). Sem opção, diversas comunidades rurais nordestinas consomem água com salinidade acima da recomendada pela OMS,

de 500 partes por milhão (ppm). Nessas comunidades, a única fonte de água é o aquífero cristalino subterrâneo.

Dessalinização por osmose reversa

Para deixar a água salobra obtida no Nordeste em condições de uso é preciso tratá-la. Entre os processos de dessalinização hoje disponíveis, a osmose reversa tem ocupado posição cada vez mais importante. Osmose é o fenômeno que ocorre quando água pura e água salgada são separadas apenas por uma membrana semipermeável (que deixa passar a água, mas não o sal): a água pura atravessa a membrana e dilui a salgada. Se não existirem condições limitantes, a diluição continuará até que o teor de sal se iguale dos dois lados. Surge assim uma diferença de pressão hidrostática entre os dois fluidos, chamada de pressão osmótica.

Para dessalinizar a água salgada, porém, é preciso inverter esse processo. Isso ocorre quando se aumenta, por meios artificiais, a pressão a que a água salgada está submetida, até superar a diferença natural (a pressão osmótica). A

Figura 2. Na maioria dos estados nordestinos, grande parte dos terrenos são do tipo cristalino

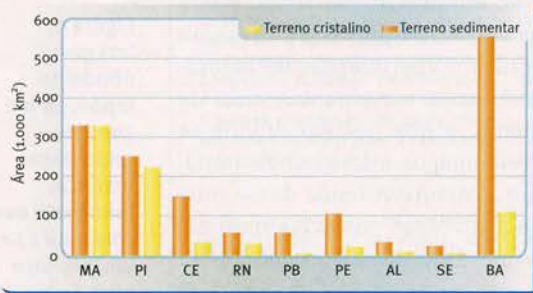




Figura 3. Na osmose (A), a água pura dilui a salgada até que seja atingido o equilíbrio osmótico (B), enquanto na osmose reversa (C) a aplicação de uma pressão superior à diferença de pressão hidrostática inverte o processo

pressão aplicada obriga a água a atravessar a membrana em direção à água pura (aumentando o teor de sal do lado da água salgada). Esse processo, chamado de osmose reversa (figura 3), é hoje um dos mais usados para purificar água salobra ou do mar, substituindo os processos térmicos (como a evaporação, que exige a posterior condensação da água).

Dados de 1991 mostram que mais da metade das instalações de dessalinização no mundo usam a osmose reversa (figura 4). Esse destaque deve-se principalmente ao aperfeiçoamento das membranas, ao baixo consumo de energia, ao acionamento elétrico e à possibilidade de construção modular.

A comparação do gasto de energia dos diferentes processos de dessalinização mostra que a osmose reversa é o processo que tem o menor consumo entre os mais usados hoje (figura 5).

No interior do Nordeste, entretanto, o uso da osmose reversa na dessalinização da água retirada dos poços enfrenta outro obstáculo: o baixo índice de eletrificação. Esse problema pode ser superado com o uso da tecnologia fotovoltaica, que permite obter eletricidade a partir da energia solar (ver 'A geração fotovoltaica'). Essa tecnologia tem provado sua viabilidade, técnica e econômica, em regiões remotas, em especial em sistemas de bombeamento de

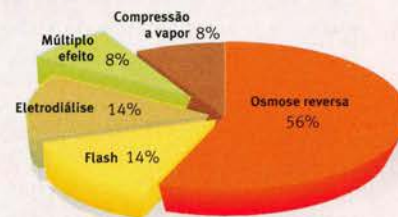


Figura 4. A osmose reversa é o processo mais utilizado (dados de 1991) nos sistemas de dessalinização de água do mundo



Figura 5. O consumo de energia (em quilos de óleo combustível por metro cúbico de água purificada) é menor nas instalações de osmose reversa

A geração fotovoltaica

A transformação da radiação eletromagnética (a luz solar) em energia elétrica é feita por células fotovoltaicas, ou células solares, que podem ser entendidas como dispositivos semicondutores que produzem uma corrente elétrica quando expostos à luz. Os semicondutores mais comuns são os formados por elementos do grupo IV da tabela periódica, em especial silício (Si) e germânio (Ge), submetidos à dopagem (troca de alguns átomos da estrutura cristalina por átomos de outros elementos). Se a dopagem é feita com átomos pentavalentes, o cristal resultante é do tipo N. Se feita com átomos trivalentes, o cristal é do tipo P. Quando um cristal N é unido a um P forma-se uma junção P-N e surge um campo elétrico na região da junção.

Quando a célula é exposta à luz (que, no nível atômico, atua como um fluxo de partículas chamadas fótons), parte dos elétrons do material iluminado absorve fótons e, graças a essa energia extra, 'escapa' dos átomos. Os elétrons livres vagueiam pelo semicondutor até serem puxados pelo campo elétrico existente na área da junção e, através de uma ligação externa, são levados para fora da célula, ficando disponíveis para uso (energia elétrica). A célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, pois cada elétron que a deixa é substituído pelo retorno de outro (figura 6).

Um conjunto de células fotovoltaicas interligadas forma um módulo. Os módulos são encapsulados com materiais que garantam rigidez mecânica, protejam as células contra danos e condições climáticas, evitem que a umidade do ar atinja os contatos elétricos e conduzam bem o calor, para reduzir a temperatura de trabalho das células. A disposição das células solares é importante: quanto mais células são interligadas em série, maior a tensão alcançada no módulo, e quanto mais células atuam em paralelo (ou quanto maior a superfície de cada célula), maior a corrente. A mesma lógica vale também para a conexão de módulos em um gerador fotovoltaico.

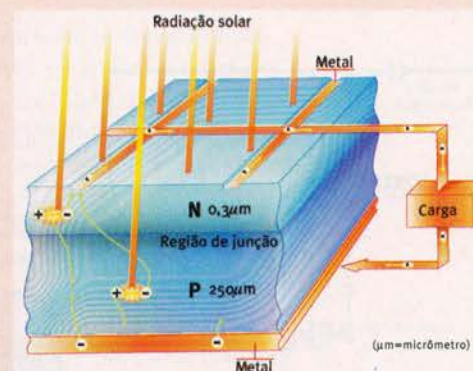


Figura 6. Estrutura básica de uma célula solar de silício, mostrando a região de junção, a liberação de elétrons pela radiação solar e o caminho seguido por eles para fora da célula

ALTERNATIVAS	CUSTO (US\$/M ³)
Carros-pipa	2,29
Bombas a diesel	0,99
Bombas fotovoltaicas	0,72

Figura 7. A comparação dos custos de fornecimento de água potável, no interior do Ceará, mostra a vantagem econômica das bombas fotovoltaicas

água e de iluminação de residências. Abre-se agora nova área de atuação: o acionamento de sistemas de osmose reversa para dessalinização de água salobra.

O uso de painéis fotovoltaicos com essa finalidade é viável principalmente em regiões sem abastecimento convencional de energia elétrica e com consumo diário de água potável inferior a 12 m³, condições da maioria das comunidades rurais nordestinas. Embora a osmose reversa e as células fotovoltaicas sejam cada vez mais usadas em todo o mundo, sua combinação é recente. As primeiras experiências ocorreram na Espanha, na Argélia, no Egito, no Canadá, na Itália e na Arábia Saudita. As maiores taxas de recuperação (volume de água potável obtida, em relação à água salobra ou do mar que entra no sistema) foram obtidas na dessalinização de águas salobras, motivação adicional para seu uso no Nordeste.

As vantagens da energia fotovoltaica

Os painéis solares já estão demonstrando sua eficiência – para

bombear água de poços profundos – em áreas do Nordeste com baixo grau de eletrificação e estrutura deficiente de abastecimento de água. Um projeto da Companhia Energética do Ceará (Coelce) e da Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), empresa alemã da área de cooperação internacional, iniciado em 1989, já permitiu a instalação de 15 bombas fotovoltaicas em poços do interior do Ceará. Como em geral os poços profundos do interior nordestino têm alto teor de sal, não foi fácil escolher 15 locais em que a água obtida estivesse dentro dos padrões recomendados pela OMS.

O índice operacional (tempo em que o sistema funciona, em relação ao total do período considerado) das bombas fotovoltaicas instaladas pelo projeto é próximo de 100%. Esse índice, na mesma área, é de cerca de 50% em bombas movidas por geradores a óleo diesel, em função de problemas de manutenção e de abastecimento de combustível. Além da maior disponibilidade, as bombas movidas por geradores fotovoltaicos quase não precisam de manutenção, não causam danos ao meio ambiente e têm custo operacional menor do que o bombeamento a diesel e o uso de carros-pipa (figura 7). As maiores vantagens, porém, foram a melhoria do padrão de vida e a redução do êxodo rural nas áreas atendidas.

A estrutura básica de um sistema de dessalinização de água salobra (figura 8) inclui uma unidade de controle, um gerador fotovoltaico, uma bateria com controlador de carga, um sistema de bombeamento de água (inversor, motor e bomba centrífuga), uma instalação de osmose reversa (inversor, motor, bomba centrífuga de alta pressão e módulos de osmose), um reservatório de água do poço e outro de água potável.

Em função de características operacionais da instalação de os-

mose reversa, a pressão mecânica aplicada aos módulos deve ser constante. A rotação da bomba de alta pressão do sistema deve, portanto, ser mantida constante. Não existe limite para o número de acionamentos e desligamentos dos sistemas de bombeamento dos poços, mas a instalação de osmose reversa, também em função de características operacionais, precisa funcionar de modo quase ininterrupto.

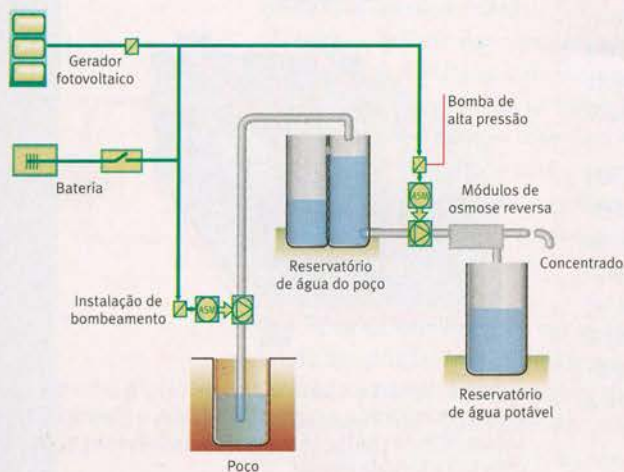
A energia elétrica para o bombeamento de água e para a osmose reversa é fornecida por um gerador fotovoltaico operando no ponto de potência máxima (MPP). A função da bateria é compensar (por curto tempo) quedas na geração de energia, para garantir a rotação constante da bomba de alta pressão e uma pressão constante nos módulos de osmose reversa. Os reservatórios de água permitem desacoplar o bombeamento da produção de água potável e de seu consumo. Com boas condições de radiação solar, a energia gerada nos painéis fotovoltaicos é suficiente também para o enchimento desses reservatórios, sem necessidade de uso das baterias.

A água potável que deixa a instalação de osmose reversa pode ser armazenada em um reservatório específico, para abastecer a população. Já a água salobra (agora com maior teor de sal) pode ir para um reservatório aberto (onde é evaporada e o sal restante pode ser aproveitado), para um coletor solar (onde o vapor é condensado, aumentando a produção de água potável), para descargas sanitárias de uma escola ou posto de saúde da comunidade e ainda para a alimentação de animais.

Paulo Carvalho

Grupo de Processamento de Energia e Controle, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará

Figura 8. Estrutura básica de um sistema de dessalinização por osmose reversa movido por energia fotovoltaica (sem a unidade de controle, para simplificar)



Escória de alto-forno vira cimento

Material alternativo tem custo menor e pode ser usado em formulações variadas

A utilização de cimentos alternativos na construção civil é hoje apenas uma tendência, mas em poucos anos se tornará regra geral. Não se trata de futurologia, mas da constatação do domínio de uma nova tecnologia baseada na formulação de cimentos mais vantajosos para determinados usos que o tradicional. Entre as vantagens que os novos cimentos apresentam estão custos menores, aproveitamento de resíduos industriais e a possibilidade de formulações variadas, atendendo às múltiplas necessidades do mercado.

A criação mais recente na área é o cimento produzido a partir da escória de alto-forno – resíduo da produção do ferro gusa, na primeira etapa da produção do aço. Há anos os pesquisadores do Laboratório de Microestrutura, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, vêm estudando cimentos alternativos (ver ‘Cimentos ecológicos’ em *Ciência Hoje* nº 122). Agora, eles atingiram um de seus objetivos principais: a formulação de um cimento alternativo, no qual os silicatos e aluminatos de cálcio que formam a escória são a base da composição.

Não se trata da adição pura e simples da escória de aço ao cimento comum – prática adotada no país desde a década de 1940. “O cimento de escória é um material inovador, formado pela mistura do resíduo da produção do aço com compostos ativadores (silicatos de sódio e sulfatos e hidróxidos de cálcio). A escória representa 85% do volume da mistura”, esclarece o engenheiro

civil Vahan Agopyan, coordenador do projeto.

Os ativadores – explica o pesquisador – aceleram o endurecimento da escória e conferem ao novo cimento baixa alcalinidade, o que permite sua mistura com fibras naturais ou artificiais. As fibras, por sua vez, aumentam a resistência do material e o tornam versátil, passível de ser moldado sem risco de se quebrar facilmente. Moldável e mais leve que o tradicional, o cimento de escória reforçado com fibras de vidro, por exemplo, pode assumir formas variáveis, transformando-se em painéis quadrados ou retangulares, planos ou sinuosos, podendo ser usados na construção de paredes, divisórias, pisos ou forros.

“Depois de repassada à indústria para produção em escala comercial, a tecnologia do cimento de escória com fibras de vidro poderá ocupar o espaço da alvenaria convencional de interiores e exteriores – setor que movimenta cerca de US\$ 500 milhões por ano no país”, prevê Agopyan.

Além do ganho possível com a comercialização do produto, também se deve creditar ao cimento de escória o economizado em custo ambiental: afinal, a cada tonelada de aço produzida, 330 kg de escória são descartados e acumulados em áreas próximas às usinas. Em uma siderúrgica de grande porte, a quantidade do resíduo produzido chega a 3 mil toneladas por dia ou cerca de 1,2 milhão de toneladas por ano. Embora parte da escória seja utilizada pela indústria de cimento tradicional, o restante é suficiente para formar

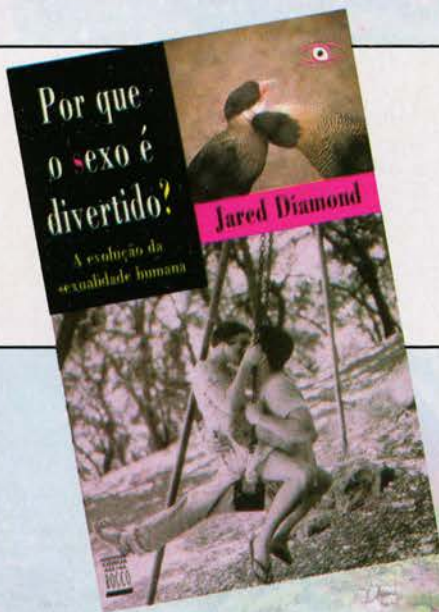


enormes ‘montanhas’ do resíduo, sobre as quais nenhuma vegetação cresce. Tóxica, a escória acumulada passa a representar um risco para o solo e a água subterrânea.

Num futuro próximo, no entanto, o que se espera é estancar esse desperdício, viabilizando-se o uso de todo esse resíduo na produção do novo cimento. Em função disso, a USP já está em contato com fabricantes de equipamentos e construtoras interessados no repasse da tecnologia. Cerca de R\$ 800 mil foram investidos no desenvolvimento do produto. Nessa primeira fase, os pesquisadores contaram com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST/ES) e da multinacional Owens Corning Fiberglas, fabricante de fibras de vidro.

O cimento de escória pode ser usado na construção de paredes, divisórias, pisos ou forros

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje/SP



Muita audácia, pouco rigor

**Por que o sexo é divertido?
A evolução da sexualidade humana**

Jared Diamond

Rio de Janeiro, ed. Rocco, 151 pp., R\$ 21

Como todos os livros da série *Mestres da ciência*, este é mais um elaborado por um conceituado cientista. A evolução da sexualidade humana é um assunto atraente, os tópicos abordados são relevantes e revestidos de certa originalidade.

Apesar de ser um cientista, Jared Diamond não pretendeu escrever um livro científico. A obra foi escrita sem o rigor e as limitações das publicações científicas, perfeitamente conhecidas do autor. Diamond não utiliza a estatística, substituindo-a por expressões que dizem pouco, como 'maioria', 'maior parte', 'provável' ou 'muito provável'. Embora o livro tenha se originado da reunião de artigos de divulgação científica elaborados em épocas diferentes, provocando alguma redundância na apresentação dos diferentes capítulos, o conjunto é de agradável leitura, contém muitas informações relevantes e – mais importante – dados estimulantes para incentivar o debate sobre a evolução da sexualidade humana.

A tese central do livro é ambiciosa. Para o autor, "o sexo recreativo e a menopausa foram importantes para nosso desenvolvimento do controle do fogo, da linguagem, das artes e da escrita, assim como o foram nossa postura ereta

e nossos cérebros grandes" (p. 19). Creio que é a primeira vez que alguém, ao explicar a evolução da nossa espécie, coloca no mesmo nível de importância, o sexo recreativo, a posição ereta e o tamanho do cérebro. O sucesso dessa tentativa é relativo, mas sem dúvida Diamond acredita na veracidade dessa hipótese.

No primeiro capítulo do livro Diamond permite que um cachorro julgue o comportamento sexual da nossa espécie. É um julgamento extremamente negativo, mas, afinal, é apenas um cachorro.

A maioria dos capítulos é interessante. A monogamia e o cuidado da prole pelo casal, características compartilhadas por espécies de aves, peixes e alguns mamíferos, são muito bem exemplificados. O autor expõe as vantagens e desvantagens na formação de haréns por machos ou por fêmeas de diferentes espécies.

São instrutivos os comentários sobre a evolução dos sinais físicos indicativos do momento da evolução, ou a ocultação dessa fase da reprodução, traço muito importante na determinação dos relacionamentos sexuais de várias espécies, podendo favorecer a monogamia na nossa espécie. É interessante a ligação mencionada por Diamond entre a promiscuidade

observada nas relações sexuais e a redução do nível de infanticídio de algumas espécies. Essas são algumas das informações curiosas contidas em diferentes capítulos, que podem alimentar boas discussões, estritamente biológicas, sobre a evolução da sexualidade nos animais em geral e na nossa espécie em particular.

'Por que os homens não amamentam seus filhos?' Com esse título, no capítulo 3, Diamond vai além das especulações e conclui que, no futuro, nossa espécie será candidata a desenvolver a lactação masculina (p. 62). As evidências para tal afirmação são tênues, principalmente, porque o autor diz que serão necessários milhões de anos para que isso aconteça através da seleção natural. É um longo período e nada pode garantir que a seleção natural continuará trabalhando na mesma direção por todo esse tempo, se é que ela hoje trabalha nessa direção!

No final do mesmo capítulo (p. 63), o autor, creio que inadvertidamente, faz uma afirmação no mínimo heterodoxa: "Talvez o que mais nos caracterize como espécie seja nossa capacidade, única entre os animais, de fazer escolhas contra-evolutivas. A maioria de nós escolhe renunciar ao assassinato, estupro e genocídio, apesar de suas

vantagens [grifo meu] como meio de transmissão de nossos genes, e apesar de sua ocorrência generalizada entre outras espécies de animais e nas sociedades humanas primitivas. Será que a lactação masculina se tornará mais uma dessas escolhas contra-evolutivas?"

Afirmar que assassinato, estupro e genocídio são produtos da evolução por seleção natural seria uma tese alegremente respaldada pelo economista inglês Thomas Robert Malthus (1766-1834), mas não creio que o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) endossasse tal afirmação. Jared Diamond provavelmente já esqueceu que foram afirmações desse tipo que levaram seu amigo norte-americano Edward O. Wilson, um dos mais destacados naturalistas deste século, a ser duramente criticado por pesquisadores de variadas áreas do conhecimento, e particularmente pelos biólogos e paleontólogos de Harvard.

Por que o sexo é divertido? pode causar alguma polêmica por seu enfoque exclusivamente biológico, mas esse é também o seu atrativo. Contudo, Jared Diamond, talvez no afã de atingir um número grande de leitores, se exceda um pouco em concessões ao rigor científico.

A tradução de Talita M. Rodrigues é de muito bom nível e com certeza foi muito beneficiada pela revisão técnica do professor Rui Cerqueira.

Ricardo Iglesias Rios

Instituto de Biologia,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro



A lei do mais belo, a ciência da beleza

Nancy Etcoff

Rio de Janeiro, ed. Objetiva, 372 pp., R\$ 33,50

Por que os homens preferem as louras? Por que o salto alto nunca saiu de moda? Por que cabelos compridos fascinam? E por que o belo nos atrai tanto? É na tentativa de responder a essas perguntas – e discutir todos os aspectos

da beleza humana – que Nancy Etcoff, professora da Universidade de Harvard (Estados Unidos), elaborou este livro.

Ao unir fundamentos da ciência da cognição e da biologia evolutiva, a autora mostra aspectos da beleza que nossos olhos não vêem. O fascínio pelo belo tem origem em nossos instintos mais essenciais: o desejo de perpetuação da espécie. E na busca por um padrão ideal de beleza, o uso de *piercings*, a prática de cirurgias plásticas e o abuso da moda são recursos mais do que válidos para exercer a atração sobre o outro. No final, Etcoff faz uma defesa da busca do homem pelo belo, ao concluir que o amor pela beleza está profundamente arraigado em nossa biologia e é uma maneira de a vida se perpetuar.

Coleção antropologia da política

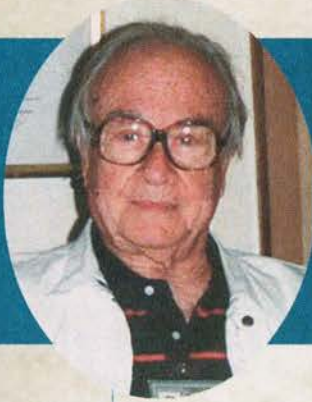
Rio de Janeiro, ed. Relume Dumará

Muitas vezes associa-se a antropologia ao estudo de sociedades 'primitivas' e distantes. Já a coleção *Antropologia da política* tenta lançar o olhar antropológico sobre instituições, relações e atividades políticas contemporâneas. Uma co-edição da editora Relume Dumará com o Núcleo de Antropologia da Política (NuAP), que congrega pesquisadores de várias universidades, a coleção pretende intensificar o debate entre estudiosos de diferentes áreas das ciências sociais.

No livro *Chuva de papéis*, de Yrlis Barreira (R\$ 25, 236 pp.), são analisadas as campanhas eleitorais, com todos os símbolos e apelos emocionais que elas evocam através de bandeiras, comícios e palavras de ordem. Em *A honra da política* (R\$ 20, 170 pp.), Carla Teixeira parte de um diálogo com as concepções de ética de Max Weber para analisar as cassações de mandato de parlamentares por 'falta de decoro', momentos em que a vida particular influi de maneira decisiva na vida pública de políticos.

A relação entre a política e os pistoleiros, especialmente na região rural do Nordeste, é o foco de *Crimes por encomenda*, de César Barreira (R\$ 25, 180 pp.). Também fazem parte da coleção o livro *Em nome das "bases"*, de Marcos Otávio Bezerra (R\$ 26, 176 pp.), em que a relação entre a política nacional e as políticas regionais é analisada a partir do funcionamento da comissão de orçamento do Congresso, e *Fazendo a luta*, de John Comerford (R\$ 22, 156 pp.), que fornece elementos para a compreensão de movimentos camponeses, como o MST (Movimento dos trabalhadores rurais sem terra).





IN MEMORIAM - CARLOS CHAGAS FILHO 1910-2000

Pioneiro e revolucionário da pesquisa

Um dos raros brasileiros a ocupar simultaneamente cadeiras nas três grandes academias nacionais – Ciências, Medicina e Letras –, Carlos Chagas Filho foi antes de tudo um visionário. Cientista e professor dedicado, líder nacional e internacional, ele foi dos primeiros a acreditar que a pesquisa poderia ser feita dentro da universidade, revolucionando assim a mentalidade científica da época. Não só conseguiu concretizar seu sonho, fundando o Instituto de Biofísica, como lutou para que seu esforço tivesse continuidade, buscando persistentemente o auxílio de várias fundações. Sempre se preocupou em apoiar novas vocações e estimular a formação de pesquisadores. Incansável, cumpriu seu trabalho, freqüentando o Instituto mesmo em cadeira de rodas, até dezembro de 1999.

1910 - 2000

Nascido em 12 de setembro de 1910, no Rio de Janeiro, era filho do eminente pesquisador Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas e de Iris Lobo Chagas. Com 16 anos de idade, matriculou-se no Colégio Universitário, iniciando assim uma relação com a universidade que durou, sem interrupção, até sua morte, em 16 de fevereiro de 2000.

Graduou-se pela Faculdade Nacional de Medicina da Universidade do Brasil em 1931 como o melhor aluno de sua turma, o que lhe valeu o prêmio Dona Antonia Chaves Berchon des Essarts. Durante o curso médico estagiou no Hospital São Francisco, como auxiliar de autópsias e, ao mesmo tempo, freqüentou os laboratórios do Instituto de Manguinhos. Em

1932, seguindo os conselhos paternos, passou um ano em Lassance, local da descoberta da doença de Chagas, onde dirigiu o hospital local.

Sua formação científica básica foi feita com os mestres do Instituto de Manguinhos, que considerava como sua verdadeira *alma mater*. Em 1932 passou a dividir suas atividades entre Manguinhos e a Faculdade de Medicina, na cadeira de física biológica, para onde se transferiu, e onde iniciou praticamente suas funções didáticas, após prestar concurso para a livre docência, em 1936. No final desse

mesmo ano, morre subitamente o catedrático Francisco Lafayette Rodrigues Pereira. Chagas se inscreve, e vence o concurso de seis candidatos para substituí-lo e toma posse em 23 de novembro de 1937, com 27 anos, um dos mais jovens catedráticos da história da Faculdade de Medicina. Iniciava-se naquele momento a implantação da pesquisa

Carlos Chagas Filho (à direita), com seu irmão Evandro e sua mãe, Iris Lobo Chagas



FOTO: MEU PAI - FIOCRUZ, 1993

básica na universidade, seguindo o modelo de Manguinhos.

No ano seguinte foi trabalhar sucessivamente com René Wurmser e Alfred Fessard e Denise Albe-Fessard, em Paris. Na Inglaterra, estagiou com o fisiologista Archibald Vivian Hill (1886-1977) e com o neurofisiologista Lord Edgar Douglas Adrian (1889-1977).

Passo decisivo

De retorno, dedicou-se a compor sua equipe, sempre com a intenção de estabelecer um centro de pesquisa. Um passo decisivo nessa direção foi dado com a criação do Instituto de Biofísica, em 17 de dezembro de 1945, e a adoção do *Electrophorus electricus*, o 'peixe elétrico', como material institucional de pesquisa, ao lado da 'depressão alastrante' e do estudo do *Trypanosoma cruzi* em cultura de tecidos. Adotou ainda como normas o envio de jovens brasileiros para formação científica no exterior e o convite a cientistas estrangeiros para estágio no Instituto.

Em paralelo, teve atuação internacional na ciência, tendo servido à Organização Pan-americana de Saúde até 1962 e organizado, em 1963, a 1ª Conferência das Nações Unidas para a Aplicação da Ciência e Tecnologia ao Desenvolvimento; em seguida, foi presidente do Comitê Especial das Nações Unidas, para o mesmo fim. De 1966 a 1970 foi designado embaixador do Brasil junto à Unesco, depois do que retomou seu posto no Instituto.

Escolhido em 1972 pelo papa Paulo VI, foi presidente da Academia Pontifícia de Ciências por 16 anos, com marcante atuação, seja na organização de reuniões científicas internacionais sobre

FOTO: ARQUIVO DA CASA DE CULTURA CARLOS CHAGAS



FOTO: J. PINTO/MEU PAI - FIOCRUZ, 1993



temas da atualidade, seja pela sua iniciativa de datação do santo sudário e da reabilitação de Galileu pela Igreja.

Em sua trajetória, Chagas acumulou uma série longa de títulos e honrarias: Doutor *honoris causa* por 16 universidades, dezenas de condecorações e comendas e membro de academias científicas, tendo sido membro fundador da Academia Latino-americana de Ciências. Deixa cerca de 300 trabalhos científicos. No país, recebeu notadamente o prêmio Moinho Santista em 1960, o prêmio Alvaro Alberto para Ciência e Tecnologia do CNPq em 1988 e a medalha Oswaldo Cruz, da Fundação Oswaldo Cruz, em 1999. Foi um dos raros brasileiros a ocupar simultaneamente cadeiras

FOTO: J. UNESCO/DOMINIQUE ROGER



nas três grandes academias nacionais: de Ciências (da qual foi eleito presidente, 1965-1966), de Medicina e de Letras.

Cientista, chefe de escola, pioneiro, líder nacional e internacional, cavalheiro, Chagas deixa viúva Anna Leopoldina de Mello Franco Chagas, com quem teve quatro filhas, Maria da Glória (Antici), Silvia Amelia (Waldner), Ana Margarida (Bovet) e Cristina Isabel (Gouvêa Vieira), suas 'quatro filhas únicas', como costumava dizer. Deixa também uma autobiografia – *Um aprendiz de ciência* – a ser lançada pela Fiocruz em maio.

Darcy Fontoura de Almeida
Instituto de Biofísica,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Carlos Chagas Filho em diferentes momentos: na foto menor, ele (à direita) e o irmão Evandro ladeiam o pai, Carlos Chagas, em uma das varandas do castelo de Manguinhos

Espectros trocados

Sou professor de química da Universidade Salgado de Oliveira, em Niterói (RJ). Gostaria de parabenizá-los pelos excelentes artigos das diversas disciplinas científicas. Uso freqüentemente a *CH* como fonte complementar dos assuntos tratados em minhas aulas. Ao ler o artigo 'Titã: um laboratório para a origem da vida' (*CH* nº 152), surpreendi-me com a troca das legendas das figuras incluídas na página 29. O espectro de massas da tolina é a figura 'C' e o espectro de infravermelho da mesma substância é a figura 'B'.

JORGE CARDOSO MESSEDER
NITERÓI, RJ

✉ O mesmo equívoco foi apontado — corretamente — pelo leitor Ricardo R. Freitas, de São Carlos (SP). Agradecemos a atenção de ambos.

Peritônio ou pericárdio?

Editor faz das tripas coração. Não pude evitar o trocadilho, ao verificar, na matéria 'Cianobactérias: risco em águas de abastecimento' (*CH* nº 154), a troca de peritônio por pericárdio.

FERNANDO D. ÁVILA PIRES
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ/UFSC
FLORIANÓPOLIS, SC

✉ O leitor está correto. Peritônio é a membrana que forra a cavidade abdominal. A definição dada na matéria ('membrana que envolve o coração') é a de pericárdio.

Novos antibióticos

Lendo o artigo sobre arteriosclerose (*CH* nº 154), fiquei surpreso com a afirmação de que antibióticos "agem não só contra infecções, mas também contra processos inflamatórios em geral". Ou o autor cometeu um equívoco, ou todos os livros de farmacologia que consultei até hoje estão incompletos.

IVAN ILITCH
NOVO HAMBURGO, RS

✉ O autor do artigo, Moyses Szklo, esclarece: "Os novos antibióticos mencionados no artigo têm propriedades antiinflamatórias — para a roxitromicina, por exemplo, essa atuação está descrita na revista *Agents Actions* (v. 38, p. 85, 1993). Os livros de farmacologia descrevem antibióticos mais antigos."

A *CH* e os bolsistas do CNPq

Baseando-me na iniciativa da Capes e da Faperj de assinar a *CH* para seus bolsistas, manifesto meu desejo e de alguns colegas bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) de usufruirmos desse mesmo privilégio. Distribuir essas assinaturas seria uma ação bastante acertada do CNPq. A revista eletrônica, pelo que percebi, é bastante aceita e elogiada no nosso meio, além de ser um instrumento de discussão e de reflexão entre os pesquisadores da mesma área de interesse.

VERONICA L. P. SOUZA
BOLSISTA DO CNPq (CURSANDO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO A
DISTÂNCIA, NA FRANÇA)
POR E-MAIL

O nome do caramujo

Desenvolvo tese de mestrado no Centro Gonçalo Moniz (Fiocruz), em Salvador (BA), sobre a esquistossomose. Por isso, li com interesse a matéria 'Reconhecimento tardio para um trabalho exemplar' (*CH* nº 156). Percebi que o texto cita como hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni* o caramujo *Australorbis glabratus*, mas esse nome não é mais utilizado. Hoje, a espécie é designada *Biomphalaria glabrata*, e já foram descobertas duas outras que, embora mais resistentes, também são infectadas: *B. tenagophila* e *B. straminea*.

CLAUDIA BORGES
SALVADOR, BA

✉ A leitora está correta. O texto, inadvertidamente, traz o nome usado na época de Pirajá da Silva, o parasitologista lembrado na matéria.

O aspartame em detalhes

Li da primeira à última página o número de novembro (*CH* nº 155). Parabéns pelo número de artigos, pela diversidade de assuntos, pelo seu interesse e pelo nível e linguagem usados nos textos. (...) Mas acredito ter encontrado um lapso no artigo 'O lado obscuro do aspartame'. O texto diz que o aspartame teria como componentes químicos o ácido aspartâmico, a fenilalanina e o metanol, mas acredito que o ácido aspartâmico é o único componente dessa substância. Não será que a fenilalanina e o metanol formam-se apenas dentro do organismo, por degradação metabólica do ácido aspartâmico?

CARL H. WEIS
POR E-MAIL

✉ O aspartame, segundo um bioquímico consultado por *CH*, é um dipeptídeo metilado composto por ácido aspártico (e não aspartâmico, como diz — equivocadamente — o texto) e fenilalanina. A carboxila 'alfa' do ácido liga-se ao grupo amina da fenilalanina, e esta 'traz' consigo (ligado a seu grupo carboxila) o metanol. Esse álcool, liberado no tubo digestivo pela ação de enzimas, seria o responsável pelos danos atribuídos ao aspartame.

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

ASSINE NOVA ESCOLA

O MENOR PREÇO PELA MELHOR REVISTA DE EDUCAÇÃO DO PAÍS

APENAS

R\$ 18,00

Assinatura anual = 10 edições



NOVA ESCOLA não tem fins lucrativos. Você paga:

- o custo do papel
 - o custo da impressão
 - o custo da distribuição
- E mais nada.

Fundação
Victor Civita

 **Abril**

LIGUE:

(0__11) 3990-2112

(São Paulo e Grande São Paulo)

0800-552112

(Demais localidades - ligação gratuita)

NÃO MUDAMOS. MAS ANOTE NOSSO NOVO ENDEREÇO.

dialdata
internet systems

*A Dialdata agora é
VIA NET.WORKS,
isso significa que, se você
já está com a gente,
sua empresa já tem
a disposição os melhores
produtos e serviços do
mundo em Internet
corporativa, com a equipe
que mais conhece
o mercado brasileiro.
Se ainda não está,
anote aí...*



Seu Provedor

www.via-net-works.com.br

São Paulo

0xx11 3049 1199

Outras localidades

0800 112250