

Tragédia na
'pesca' de
aves marinhas

Como a célula
decifra o
código genético

Impasses no
acordo sobre
o efeito estufa



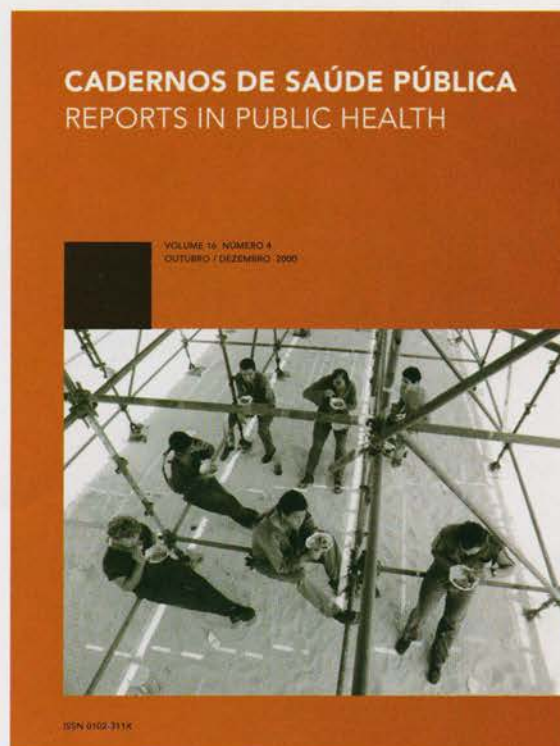
Galáxias distantes

Retratos do universo quando jovem

Acompanhe o que há de mais recente
na pesquisa em Saúde Coletiva.

LEIA E ASSINE CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA!

Cadernos de Saúde Pública é uma revista bimestral, publicada pela Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, que se destina a veiculação de artigos técnico-científicos que contribuam ao estudo da Saúde Pública em geral e áreas afins, como epidemiologia, controle de endemias e de vetores, avaliação nutricional, saúde ambiental, planejamento, saúde do trabalhador e ciências sociais em saúde.



ASSINATURA (Brasil)

Anual: individual R\$ 65,00 / institucional R\$ 150,00

nome

endereço

cidade

estado

cep

e-mail

tel

fax

FORMA DE PAGAMENTO

• Cartão de crédito

☐ VISA

☐ Credicard

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

valor

validade

data

assinatura

CPF

• Cheque nominal à FENSPTEC no valor de R\$

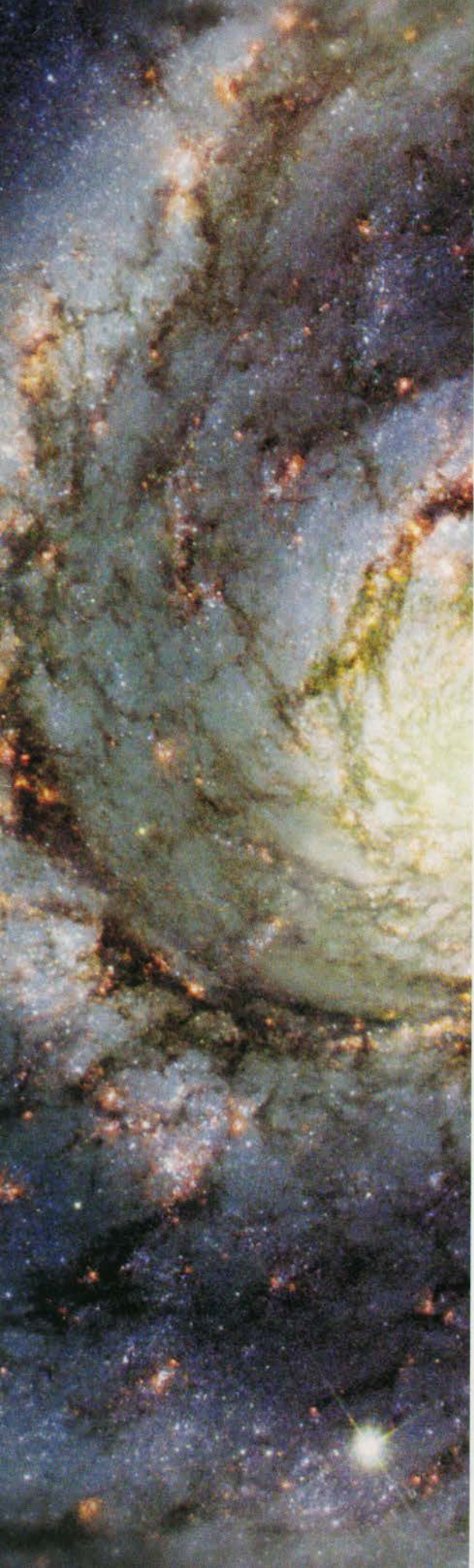
Envie esta ficha juntamente com seu pagamento para:

Secretaria dos Cadernos de Saúde Pública / Escola Nacional de Saúde Pública

Rua Leopoldo Bulhões 1480, 21045-900 Rio de Janeiro RJ Brasil

secretaria: tel (+21) 598-2511 fax 598-2737 / 280-8194 cadernos@ensp.fiocruz.br

distribuição e assinaturas: tel (+21) 598-2508 fax 598-2514 csp@ensp.fiocruz.br



Flagrantes do universo adolescente

Até a década de 1960, a observação de galáxias

restringia-se a distâncias, em nível astronômico, relativamente próximas: algumas dezenas de milhões de anos-luz. A partir do lançamento, no fim dos anos 80, do telescópio espacial Hubble, começaram a ser obtidas imagens bem mais definidas de objetos muito mais distantes. O novo campo inaugurado com a melhoria das técnicas observacionais – a astronomia extragaláctica – vem permitindo um estudo aprofundado do passado do universo, oferecendo um retrato mais preciso de sua fase ‘adolescente’. Esses flagrantes de galáxias distantes são abordados por *Ciência Hoje* nesta edição.

Da mesma forma que um computador, os seres vivos funcionam graças a um programa – o material genético ou DNA – escrito em uma linguagem simples que usa apenas quatro ‘letras’. Mas esse ‘manual de instruções’ precisa ser interpretado através de um mecanismo que envolve etapas complexas, como o *splicing*. Esse processo permite ler e organizar as instruções dadas pelos genes, separando o que é ou não necessário para as células. *CH* mostra aqui quais as implicações desse processamento e sua relação com as doenças hereditárias.

Destacamos ainda este mês uma prática com consequências alarmantes: o uso de espinhéis (aparelhos de pesca compostos por milhares de anzóis) na costa brasileira, que acabam capturando acidentalmente inúmeras aves marinhas. A situação preocupa porque entre as aves mortas pelos espinhéis figuram várias espécies ameaçadas de extinção e que estão protegidas por convenções internacionais.

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
Márcia Elisa da C. Santos
Fernando Szklo
Ciências Humanas – Carlos Medeiros (Instituto de Economia/UFRJ)
Ciências Ambientais – Olaf Malm (Instituto de Biofísica/UFRJ)
Ciências Exatas – Francisco Caruso (LAFEX/CBPF e UERJ)
Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)

Secretária
Diretor Executivo
Editores Científicos

CIÊNCIA HOJE • SBPC**REDAÇÃO**

Editora Executiva: Alicia Ivanissevich
Secretária de Redação: Juliana Caetano
Editor de Texto: Ricardo Menandro
Setor: Internacional: Cássio Leite Vieira
Repórteres: Leonardo Cosendey e Thais Fernandes
Revisoras: Elissa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Secretárias: Theresa Coelho e Irani Fuentes de Araújo
Mara Figueira, Maya Mitre e Teo Araújo (reportagem)
e Cássio Leite Vieira (edição de texto)

ARTE

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

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE
Coordenador Científico
Correspondente

Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG)
Roberto Barros de Carvalho (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br)
End.: Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG
Caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG.
Tel.: (031) 3499-2862 e Telefax: (031) 3443-5346

SÃO PAULO
Correspondente

Vera Rita da Costa (E-mail: chojesp@sbpcnet.org.br)
End.: Prédio da Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP.
Tel.: (011) 3814-6656 e Telefax: (011) 3818-4192

REPRESENTAÇÕES

SALVADOR
Coordenador Científico

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

PUBLICIDADE

Gerente Comercial
Supervisora de Operações
Contato Comercial

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA
PROJETO NORDESTE

Joaquim Barroncas – Tel.: (061) 226-1824/9972-0741, Fax: (061) 226-1824
Rüdiger Ludemann – Telefax: (071) 677-1211

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Pessoal de Apoio

Lindalva Gurfeld
Luiz Tito de Santana

ASSINATURAS

Gerente de Circulação
Pessoal de Apoio
Gerente de Expedição

Carlos Henrique Abibe
Francisco R. Neto e Luciene de Azevedo
Adalgisa Bahri

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

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

CIÊNCIA HOJE

Redação

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



Galáxias distantes: em busca de um tempo perdido 16

Novas técnicas de observação de objetos celestes e de medição de sua distância em relação à Terra fizeram surgir a astronomia extragaláctica, através da qual é possível mergulhar no passado do universo, para conhecer sua fase 'adolescente'.

Por Sueli M. M. Viegas



Pesca no céu: a morte de aves em espinhéis no Brasil 24

O uso, por barcos que atuam na costa do Brasil, de aparelhos de pesca denominados espinhéis cria um sério problema: muitas aves marinhas atraídas pelas iscas acabam 'fisgadas' pelos anzóis. Essa 'pescaria' acidental mata, no país, muitas aves de espécies que correm sério risco de extinção.

Por Fábio Olmos Correa Neves,
Gastão César Cyrino Bastos e Tatiana Silva Neves

ATENDIMENTO AO ASSINANTE
E NÚMEROS AVULSOS

TEL.: 0800 264846

CH on-line:

<http://www.ciencia.org.br>
assinach@sbpcnet.org.br



Programa de Apoio à Publicações Científicas





A leitura do DNA: como é processada a informação dos genes 34

O código genético é um 'manual de instruções' para o funcionamento dos seres vivos, interpretado pelas células através de um mecanismo complexo. Um processo essencial para isso é o *splicing*, que organiza as instruções, elimina as partes inúteis e seleciona as partes úteis, permitindo diferentes leituras de um mesmo gene.

Por Luiz O. F. Penalva e
Diego A. R. Zorio



Capa: foto NASA

O LEITOR PERGUNTA

- O número de proteínas de um organismo é igual ao número de genes? 4
- Qual o efeito da maresia sobre os materiais usados na construção de casas próximas à costa? 4
- Quais os benefícios e malefícios da castanha-do-pará na alimentação? 5
- Por que as hemácias dos mamíferos não têm núcleo e como podem viver por 120 dias? 5



ENTREVISTA

Eduardo Sales Novaes
A mudança de clima e o Brasil



6

MUNDO DE CIÊNCIA

Células-tronco regeneram coração infartado 11

ENSAIO

Próprio e estranho: é essa a questão? 40

A teoria burnetiana hoje 41



EM DIA

O mapa das algas 43

Jovens estudantes mantêm comportamentos de risco 45

Ameaça na costa brasileira 46

Um PC mais democrático 49

Aranhas e escorpiões de cativeiro 50

Mercado de trabalho em crise 52



OPINIÃO

Mudança climática: impasses e perspectivas 56

As florestas no acordo do clima 60

RESENHA

O clássico que faltava 64

PRIMEIRA LINHA

Os cetáceos da bacia de Campos 66

Vacina de DNA contra a tuberculose 70

Descobrimo o sagüi-da-cara-branca 73



MEMÓRIA

Os limites da matemática clássica 77

CARTAS

80



O número de **proteínas** de um organismo é igual ao número de **genes**, maior ou menor?

MARÍLIA LUZ SOARES, SANTANA DO ARAGUAIA / PA

Atualmente, sabe-se que a relação gene-proteína nem sempre é de um para um. Relacioná-los não é uma questão simples: em geral, o genoma de um organismo é idêntico em todas as suas células, enquanto o conjunto de proteínas de cada uma delas varia, dependendo de sua fase de desenvolvimento, do tecido analisado, do processamento do pré-RNA mensageiro (pré-mRNA) e até do ambiente a que o organismo está submetido.

Mas como genes e proteínas

estão relacionados? Em organismos eucariotos, como é o caso da espécie humana, a informação genética armazenada no DNA é convertida em uma sequência de aminoácidos, formando as proteínas – moléculas fundamentais na determinação das características dos organismos. Contudo, a informação genética está organizada da seguinte forma: os genes incluem regiões codificadoras da sequência de aminoácidos, os *exons*, e regiões não-codificadoras, os *in-*

trons. A primeira etapa na síntese de proteínas é a transcrição do gene em uma molécula de RNA, o pré-mRNA. Este inclui ambas as regiões e, quando é processado, os *introns* são removidos da molécula, transformando o pré-mRNA no mRNA maduro, que será, então, traduzido em proteína. Esse processamento de um pré-mRNA pode variar, resultando na formação de mais de um tipo de proteína, a partir de uma mesma sequência de DNA.



Qual o efeito da **maresia** sobre os materiais usados na construção de casas próximas à costa?

HAMILTON DE ARAÚJO CASTRO, POR E-MAIL

A chamada maresia caracteriza-se pela grande quantidade de íons cloretos presentes na atmosfera marinha. A mistura desses íons com a umidade e os demais componentes da água do mar (sais de magnésio, sais de cálcio, organismos vivos etc.), quando carregada pelos ventos ou pela impulsão provocada pela própria arrebentação, interage com os materiais expostos na orla de diversas maneiras.

Sobre os metais, a maresia age desfavoravelmente: nas esquadrias de alumínio, aparecem pontos de ataque, com o surgimento de uma oxidação branca em alguns casos, que indica um desgaste localizado; nos aços e ligas de ferro, em geral, o ataque é muito mais severo, ocorrendo ferrugens frágeis, que podem ser destacadas com pequeno esforço manual. A maresia ataca ainda a composição química do concreto, tornando-o mais poroso e condutor. Assim, as ferrugens interiores são igualmente atingidas e enferrujam, aumentando de volume. Isso faz com que partes do reboco

se despreguem, podendo provocar acidentes.

As madeiras aglomeradas (compensados) podem sofrer ataques de microrganismos e apodrecer. Já as madeiras de boa qualidade, como o pinho-de-riça e a maçaranduba, não são afetadas pela maresia. Papéis, borrachas, plásticos e materiais sintéticos também não sofrem corrosão marinha. No entanto, a umidade elevada dos ambientes sujeitos a sua ação causa a deterioração acentuada, e às vezes rápida, das superfícies coladas (tapetes, papéis de parede, junções de piso etc.).

Para combater o problema, a alternativa é usar madeiras, pelo menos nos caixilhos de janelas, portas e acabamentos em geral, além de fazer a manutenção periódica das estruturas para não precisar arcar com custos astronômicos de recuperação de ferrugens e infiltrações.



Luiz Roberto de Miranda

Programa de Engenharia Metalúrgica e Materiais/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro

? Quais os benefícios e malefícios da castanha-do-pará na alimentação e em que quantidade devemos consumi-la?

CRISTIANO ANDRADE YAMIN, POR E-MAIL

A castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) pertence à categoria das oleaginosas e pode ser considerada, do ponto de vista nutricional, um alimento de boa qualidade. De acordo com a 3ª edição da Tabela de Composição de Alimentos, publicada em 1985 pelo Estudo Nacional de Despesa Familiar, da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 100 g de castanha-do-pará contém 636 calorias, 14 g de proteínas, 63,9 g de lipídios, 13 g de carboidratos, 3,4 g de fibras, 198 mg de cálcio e 577 mg de fósforo. Verifica-se, com base nessa composição, que se trata de alimento bem equilibrado. Mas, como toda oleaginosa, possui uma densidade calórica elevada.

Seus teores de ácidos graxos essenciais (ácidos linoléico e linolênico) e de tiamina (vitamina B1) são apreciáveis. No que diz respeito a aminoácidos essenciais, sua composição é considerada razoável, o que a torna uma boa fonte de proteínas. Em virtude do alto teor de óleo, a castanha-do-pará pode tornar-se rançosa com facilidade, razão pela qual se recomenda armazená-la sob refrigeração. Não há indicações específicas para seu consumo.



Um exemplo extremo descrito recentemente na mosca-da-banana, a *Drosophila melanogaster*, revela que um mesmo gene desse inseto codifica cerca de 38 mil proteínas. Na espécie humana, estima-se que o número de genes varie entre 50 mil e 150 mil e que existam milhões de proteínas diferentes.

Blanche Christine Bitner-Mathé
Departamento de Genética,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Enio Cardillo Vieira

Departamento de Bioquímica e Imunologia,
Universidade Federal de Minas Gerais

? Por que as hemácias dos mamíferos não têm núcleo e como podem viver por 120 dias?

ALLYSON COELHO SAMPAIO, CONSELHEIRO LAFAIETE/ MG

Durante o processo evolutivo, os mamíferos elevaram sua temperatura corporal e desenvolveram a capacidade de mantê-la relativamente constante (homeotermia). Esse aumento da temperatura corporal foi acompanhado de um incremento da taxa metabólica e de uma exigência maior no transporte de oxigênio (O_2).

Sendo o núcleo celular uma estrutura metabolicamente ativa, ele consome quantidades consideráveis de O_2 . Com a perda do núcleo, as hemácias dos mamíferos deixaram de utilizar oxigênio, tornando-se mais eficientes no transporte desse gás. As hemácias dos mamíferos, por não possuírem núcleo, não são rigorosamente células: portanto, o correto é dizer que elas 'duram', em vez de 'vivem', 120 dias.

Germán Arturo Bohórquez Mahecha
Laboratório de Morfologia de Aves,
Universidade Federal de Minas Gerais

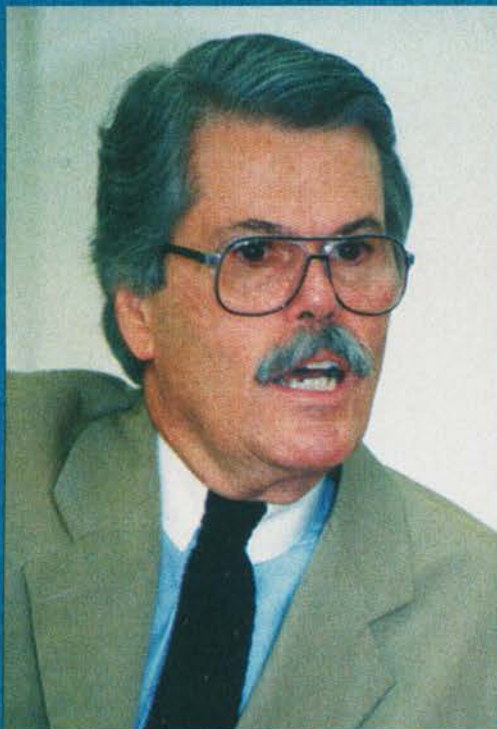
CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

Eduardo Sales Novaes

A mudança do clima e o Brasil



O aquecimento global, causado pelo acúmulo na atmosfera de gases emitidos na queima de combustíveis fósseis, em alterações no uso da terra (desmatamentos, queimadas e outras), na construção de reservatórios e em atividades agropecuárias, é hoje um dos maiores desafios da humanidade. O aumento da temperatura do planeta poderá alterar de forma drástica o clima global nas próximas décadas, com impactos catastróficos. Para tentar minimizar a ameaça, vem sendo negociado desde 1992 um tratado internacional que assegure a redução das emissões dos chamados gases de efeito estufa, principalmente gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4).

As negociações levaram à assinatura, em 1997,

do Protocolo de Kyoto, que visa alcançar, entre 2008 e 2012, uma redução média de 5,2% (em relação a 1990) nas emissões dos países industrializados. O Protocolo ainda não está em vigor, pois precisa ser ratificado por um número de países que represente no mínimo 55% das emissões de 1990. O Brasil tem participado ativamente dessas negociações e tem muito a ganhar com a ratificação de um tratado internacional nos moldes do Protocolo de Kyoto, como revela Eduardo Sales Novaes, secretário de Qualidade Ambiental nos Assentamentos, do Ministério do Meio Ambiente. Novaes fala das posições brasileiras nas negociações internacionais, em especial quanto aos mecanismos que permitem a países industrializados a compra de 'créditos de emissões' de outros países, e do que o Brasil vem fazendo internamente em relação ao efeito estufa.

ENTREVISTA CONCEDIDA A RICARDO MENANDRO (CIÊNCIA HOJE / RJ)

Quais os desafios e metas de um tratado mundial sobre mudança climática?

A meta final é a de estabilizar as concentrações atmosféricas dos gases causadores do efeito estufa – os ‘gases-estufa’ – em níveis tais que as atividades humanas não influenciem negativamente o clima global. O grande desafio é chegar a um consenso sobre como alcançar essa estabilização. A implementação de um tratado mundial vem sendo dificultada pela recusa de ratificação do Protocolo por parte dos Estados Unidos, responsáveis por 25% das emissões globais. Embora a União Européia venha dando sinais de que pretende ratificar o Protocolo mesmo sem os Estados Unidos, é importante que esse país também o faça. Atualmente, como o Protocolo não foi ratificado pelo mínimo de países necessário para sua implantação, não há menção a qualquer tipo de sanção aos países que não cumprirem seus compromissos. Isso terá que ser definido em futuras Conferências das Partes.

A Conferência de Haia, em novembro de 2000, deveria concluir a regulamentação do Protocolo de Kyoto, mas foi considerada por muitos um fracasso. Qual o saldo dessa reunião?

Foi escasso. Não se avançou em questões como a definição de um órgão executivo ou a consolidação dos mecanismos de flexibilidade. Os Estados Unidos, lí-

Kyoto, anunciada no final de março pelo novo presidente dos Estados Unidos, George W. Bush, complicou a situação e significou uma mudança em relação às posições expressas durante a campanha presidencial. Agora, um consenso internacional dependerá, infelizmente, de maior pressão interna nos Estados Unidos, para enfrentar o *lobby* dos setores industriais mais conservadores, como os de mineração e petróleo, e do endurecimento do resto do mundo em suas proposições.

Ainda há dúvidas sobre os efeitos do aquecimento da atmosfera terrestre?

Não. Em janeiro, o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (conhecido pela sigla IPCC) apresentou novos estudos sobre as alterações do clima provocadas pela crescente concentração na atmosfera dos gases-estufa e de aerossóis, e previu que a temperatura global aumentará entre 2,9 e 6 graus centígrados até o fim do século 21, com os mais diversos impactos ambientais. O nível dos oceanos pode subir até 80 cm, inundando áreas litorâneas e ilhas em todo o mundo. Caso não se adotem medidas eficientes contra esse aquecimento, as consequências serão seríssimas: mais tempestades e erosão litorânea na América do Norte, inundações na Europa e secas severas (ou enchentes repentinas) na Oceania, na Ásia, na África e na América Latina. O último

Um consenso internacional dependerá, infelizmente, de maior pressão interna nos Estados Unidos, para enfrentar o *lobby* dos setores industriais mais conservadores, como os de mineração e petróleo, e do endurecimento do resto do mundo em suas proposições

deres do grupo ‘Guarda-chuva’ (que inclui ainda Japão, Canadá e Austrália), propuseram o uso das florestas nativas dos países do hemisfério Sul, de suas próprias florestas e até de outras formas de uso da terra (agricultura, por exemplo) para a obtenção de créditos de emissões de carbono, contrariando a posição da União Européia e do G77 (que reúne os países em desenvolvimento, inclusive o Brasil, além da China). Tal proposta, se aprovada, facilitaria o cumprimento dos compromissos assumidos pelos Estados Unidos em Kyoto e permitiria que esse país continuasse a usar combustíveis fósseis de modo intensivo. Os negociadores norte-americanos foram inflexíveis, até porque na época o impasse nas eleições presidenciais do país tornava incerto o futuro de sua política externa, e não se chegou a um consenso. A intenção de não ratificar o Protocolo de

relatório do IPCC trouxe como novidade a avaliação do impacto social da mudança do clima: a grande redução na produção agrícola dos países tropicais levaria à fome milhões de pessoas durante o século 21 e aumentaria as migrações, principalmente para a Europa, oriundas de regiões mais pobres da África e da Ásia.

Como o Brasil seria afetado pelo aumento da temperatura global?

De várias formas. O aumento do nível do mar inundaria áreas costeiras, o que seria muito grave, pois a maior parte da população brasileira concentra-se no litoral. Além disso, segundo o IPCC, o Brasil, a Argentina e o Chile sofreriam drásticas perdas agrícolas. Os impactos mais dramáticos ocorreriam no Nordeste brasileiro, mais vulnerável por já apresen- ▶

tar temperaturas elevadas. As áreas de clima subtropical do Sul, abaixo de São Paulo, perderiam produtividade agrícola com uma elevação de 2 graus na temperatura. Outros graves problemas decorrentes do aquecimento seriam a ampliação das áreas tropicais (o que aumentaria a incidência de doenças como dengue, malária e outras) e a modificação dos ecossistemas amazônicos, já que as áreas periodicamente inundadas na região seriam 100 vezes maiores que as atuais.

rência de Buenos Aires decidiu que os certificados (ou créditos) de redução de emissões obtidos entre 2000 e 2008 poderiam ser usados para atender ao primeiro compromisso de redução referente ao período 2008-2012. Essa possibilidade favorece o Brasil porque já existem projetos aprovados para o país nos moldes do MDL. O volume global de transações em créditos de emissões (do MDL e outros mecanismos), segundo estimativas do Banco Mundial e do Massachusetts Institute of Technology (MIT), deve

A temperatura global aumentará entre 2,9 e 6 graus centígrados até o fim do século 21, com os mais diversos impactos ambientais. O nível dos oceanos pode subir até 80 cm, inundando áreas litorâneas e ilhas em todo o mundo. Caso não se adotem medidas eficientes contra esse aquecimento, as consequências serão seríssimas

Que papel o Brasil desempenha nas negociações do Protocolo de Kyoto e qual o interesse do país no chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)?

A participação do Brasil é de liderança no G77. O MDL, hoje incluído no Protocolo, surgiu a partir de uma proposta brasileira: a criação de um fundo internacional, que arrecadaria recursos das nações mais ricas para financiar projetos de desenvolvimento sustentável em países emergentes. O MDL tem, basicamente, duplo objetivo: assistir os países industrializados quanto ao cumprimento dos compromissos de redução de emissões e promover o desenvolvimento sustentável nos demais países. Os projetos implantados em países pobres ou emergentes reduziriam as emissões de carbono e essa 'retenção' criaria 'créditos' de emissão, que poderiam ser adquiridos pelos países industrializados e descontados dos compromissos que assumiram em Kyoto. Com isso, tais países reduziram os cortes que teriam de fazer nas próprias economias. O governo brasileiro apóia essa proposta, já que esse mecanismo atende aos interesses do país, ao atrair projetos de promoção do desenvolvimento sustentável.

Como a aceitação dos compromissos de redução de emissões, pelos países desenvolvidos, afetaria o desenvolvimento do Brasil?

A ratificação traria benefícios ambientais, sociais e econômicos, em função dos investimentos externos e internos em projetos ligados ao MDL no país. Mesmo antes da ratificação, o Brasil já vem sendo afetado positivamente. Em 1998, por exemplo, a Confe-

atingir entre US\$ 20 bilhões a US\$ 30 bilhões anuais, quando o mercado estiver mais consolidado. Hoje, a cotação da tonelada de carbono não-emitido está em torno de US\$ 5, e estima-se que alcançará entre US\$ 20 e US\$ 50 em 2005. São grandes, portanto, as oportunidades de negócios ambientais. Além disso, o MDL também visa promover o desenvolvimento sustentável nos países emergentes. Assim, o sucesso desse mecanismo trará para o Brasil benefícios como a melhoria da qualidade do ar e da água e a proteção à biodiversidade. Sem falar nas oportunidades de emprego e renda – e de auto-suficiência local em energia – trazidas pelos projetos.

Por que o Brasil não assumiu compromissos de redução de emissões?

Como os demais países em desenvolvimento, o Brasil não assumiu nem pretende assumir compromissos, como querem os Estados Unidos. O Protocolo de Kyoto diz que só os países do Anexo 1 – os integrantes da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), exceto México e Coréia do Sul, e as nações industrializadas em transição para uma economia de mercado – devem assumir esses compromissos. Entende-se que deve ser obedecido o princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada: a responsabilidade maior pelas reduções deve ficar com os países que mais contribuíram historicamente (desde a Revolução Industrial) para a emissão de gases-estufa e ainda são os principais emissores. Aos demais países cabe hospedar projetos (através do MDL) que auxiliem as nações do Anexo 1 em seus compromissos.

Quais as alternativas para reduzir as emissões dos gases-estufa?

A opção possível é substituir os combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia, aproveitadas de maneira sustentável. É preciso alterar o conceito que liga o consumo excessivo à qualidade de vida. Se todo o mundo consumisse como os Estados Unidos, a Terra entraria em colapso energético. Deve ser aumentada a disponibilidade de recursos para os mais pobres e reduzido o consumo desenfreado dos ricos.

Por que a proposta dos países desenvolvidos de considerar florestas naturais como 'sumidouros' de carbono vem sendo criticada?

Porque os países do Anexo 1 iriam requerer o direito de incluir as suas florestas como créditos para o cumprimento dos compromissos de redução adotados em Kyoto. Com isso, seriam zeradas algumas metas de limitação e redução de emissões, ou seja, pareceria que o Protocolo foi cumprido, mas isso não seria verdade. Projetos de 'sumidouros' de carbono que envolvam conservação de florestas têm poucas chances de apoio porque, embora evitem o desmatamento e com isso a emissão de gases-estufa, é forte a possibilidade de que a derrubada de florestas seja transferida para outras áreas. Esses projetos de conservação, se incluídos no acordo de mudança de clima, poderiam se tornar empecilhos ao crescimento econômico dos países em desenvolvimento, caso estes fossem obrigados a manter florestas intocadas. A própria soberania nacional seria afetada por eventuais compromissos de não ingerência dos governos em relação às áreas florestais envolvidas. O assunto é bastante polêmico. O papel das florestas, porém, é importante. Há indícios de que as florestas tropicais não perturbadas acumulam carbono a altas taxas. A

no brasileiro encara de forma mais positiva o uso de projetos de florestamento e reflorestamento nos acordos de mudança do clima, e está definindo sua posição sobre o papel das formas de uso da terra.

O comércio de créditos de emissões não pode dar aos países desenvolvidos a oportunidade para continuar poluindo e repassar aos demais a responsabilidade pela retirada de CO₂ da atmosfera?

Esse risco existe. O MDL, porém, terá um órgão executivo encarregado de criar mecanismos de monitoramento e estabelecer limites percentuais, ainda não definidos, de uso dos créditos, para impedir que os países industrializados deixem de fazer ajustes internos. Por outro lado, se esses países não contarem, para o cumprimento de seus compromissos, com os créditos de projetos de redução nos outros países, o Protocolo de Kyoto se inviabilizaria, em função dos altos custos dessa redução nos países do Norte. Pode-se dizer que, através desse mecanismo, um país interessado em continuar com as emissões de carbono compraria o 'direito' de continuar poluindo, sem afetar sua atividade industrial. No entanto, até certos limites, reduzir as emissões no próprio país ou comprar créditos referentes a projetos implantados em outros não faz diferença. Ou seja, para o combate ao efeito estufa não importa se a redução ocorreu no Brasil ou nos Estados Unidos, pois trata-se de um fenômeno global.

O Brasil já tem algum tipo de apoio financeiro de países desenvolvidos para realizar projetos de desenvolvimento ecologicamente corretos?

Sim. A Plantar S/A já tem a assinatura de carta de intenção, do Banco Mundial, para aquisição de cer-

Reduzir as emissões no próprio país ou comprar créditos referentes a projetos implantados em outros não faz diferença. Para o combate ao efeito estufa não importa se a redução ocorreu no Brasil ou nos Estados Unidos, pois trata-se de um fenômeno global

absorção de CO₂ da atmosfera pelas plantas, no processo da fotossíntese, leva à incorporação do carbono à biomassa vegetal (o chamado 'seqüestro de carbono'). Pesquisa realizada por Carlos Nobre, chefe do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, revela – resultados preliminares – um saldo de seqüestro de carbono entre uma e seis toneladas anuais, por hectare, na floresta amazônica. O gover-

tificados de redução de emissões. Esse projeto está sendo aprovado pelo Prototype Carbon Fund, um fundo sobre mudanças climáticas administrado pelo Banco Mundial. Outros projetos têm sido patrocinados por empresas. A Central & South West Corporation (CSW), segunda maior concessionária de energia elétrica norte-americana, e a montadora francesa Peugeot realizam programas de seqüestro de carbono no Paraná e no Mato Grosso, respectivamente. ▶

Compartilhar tecnologias ambientalmente saudáveis não poderia desestimular o investimento em pesquisas? E como ficaria a questão das patentes?

O que a Convenção das Nações Unidas sobre mudança de clima determina é que os países desenvolvidos adotem medidas para promover, facilitar e financiar a transferência de tecnologias e conhecimentos ambientalmente saudáveis, em especial aos países em desenvolvimento. Assim, os países industrializados, com maior responsabilidade histórica sobre o aquecimento global, contribuiriam para sanar pro-

Independentemente do Protocolo de Kyoto, o que o governo federal e o Ministério do Meio Ambiente vêm fazendo para prevenir o aquecimento global?

A melhor prevenção é o apoio à ratificação e à implantação do Protocolo de Kyoto, já que esse tratado visa justamente reduzir as emissões de gases-estufa. As decisões do governo federal sobre essa questão são tomadas com base em estudos da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, que tem como presidente o ministro da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Sardenberg, e como vice-pre-

O risco a que os países em desenvolvimento devem ficar atentos é o da dependência tecnológica. Eles não devem aceitar apenas 'caixas-pretas'. A transferência precisa ser transparente e o receptor da tecnologia deve dominá-la

blemas causados em outros países. O risco a que os países em desenvolvimento devem ficar atentos é o da dependência tecnológica. Eles não devem aceitar apenas 'caixas-pretas'. A transferência precisa ser transparente e o receptor da tecnologia deve dominá-la. Vale lembrar que cabe ao governo estimular a adoção e o desenvolvimento de tecnologias domésticas. O investimento em pesquisas pode ser lucrativo, inclusive porque certas tecnologias de adaptação aos impactos da mudança climática seriam bastante específicas para cada região do mundo. O MDL também estimularia a implantação de projetos de redução de emissões em países emergentes, onde os custos de abatimento de carbono seriam menores, abrindo outro caminho para a lucratividade. Quanto às patentes, elas são títulos legais de propriedade, que podem ser licenciados ou cedidos. O contrato de transferência de tecnologia que envolve direito de propriedade inclui uma licença exclusiva ou não. Sendo um ativo mensurável, as patentes estimulam a realização de investimentos em pesquisa.

As usinas nucleares poderiam ser candidatas ao MDL?

A produção de energia nuclear não tem qualquer impacto no aquecimento global, já que a emissão de gases-estufa pelas usinas nucleares é nula, em condições normais de operação. Entretanto, tais usinas apresentam outros riscos, para o ambiente e para a população. Portanto, projetos nucleares, embora não contribuam para o efeito estufa, não são candidatas ao MDL por serem caracterizados como insustentáveis (atender aos padrões internacionais de segurança exigiria investimentos muito altos, em função do estágio atual da tecnologia de segurança nuclear).

sidente o ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho. A Comissão tem buscado coordenar melhor as posições nacionais e as iniciativas oficiais sobre o tema. Uma de suas atribuições é definir a elegibilidade de projetos candidatos ao MDL. Recentemente, o presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, criou o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, que ele preside e que tem como secretário-executivo o ex-deputado Fábio Feldmann. O papel desse Fórum será o de disseminar e debater as informações referentes ao tema, buscando envolver toda a sociedade. O Ministério do Meio Ambiente, além da participação na Comissão Interministerial e do apoio ao Fórum Brasileiro, criou o Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Ceclim), envolvendo duas das maiores universidades públicas do país: a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), através da Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia (Coppe), e a Universidade de São Paulo (USP), através do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE). Esse Centro assessora o ministro Sarney Filho, gerando os dados necessários à formulação, à implementação e à avaliação das políticas públicas sobre a questão da mudança do clima. Cabe ainda ao MME definir critérios para a avaliação da elegibilidade e da sustentabilidade de projetos candidatos ao MDL, além de identificar e avaliar projetos específicos com essa finalidade. No momento, por exemplo, o MMA, através do Ceclim, elabora uma proposta de critérios de elegibilidade para a avaliação de eventuais candidatos ao MDL, que será em breve submetida à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. ■

Células-tronco regeneram coração infartado

Células-tronco injetadas em tecido cardíaco infartado substituíram a quase totalidade da área afetada por um novo músculo funcional, bem como geraram novos vasos sanguíneos.

*Feito em camundongos, o estudo foi publicado na revista **Nature** (vol. 410, 6.829, 701-705).*

Desde a infância, aprendemos a identificar o coração como o centro da vida – o seu incansável batimento regular nos acompanha sempre, como testemunha de nossa vitalidade, de nossos esforços e sentimentos. Desde cedo, aprendemos também a ter medo que um dia esse amigo cesse de bater, já que todos identificamos esse advento com a morte. Afinal, o infarto de coração atinge milhões de pessoas, sendo a primei-

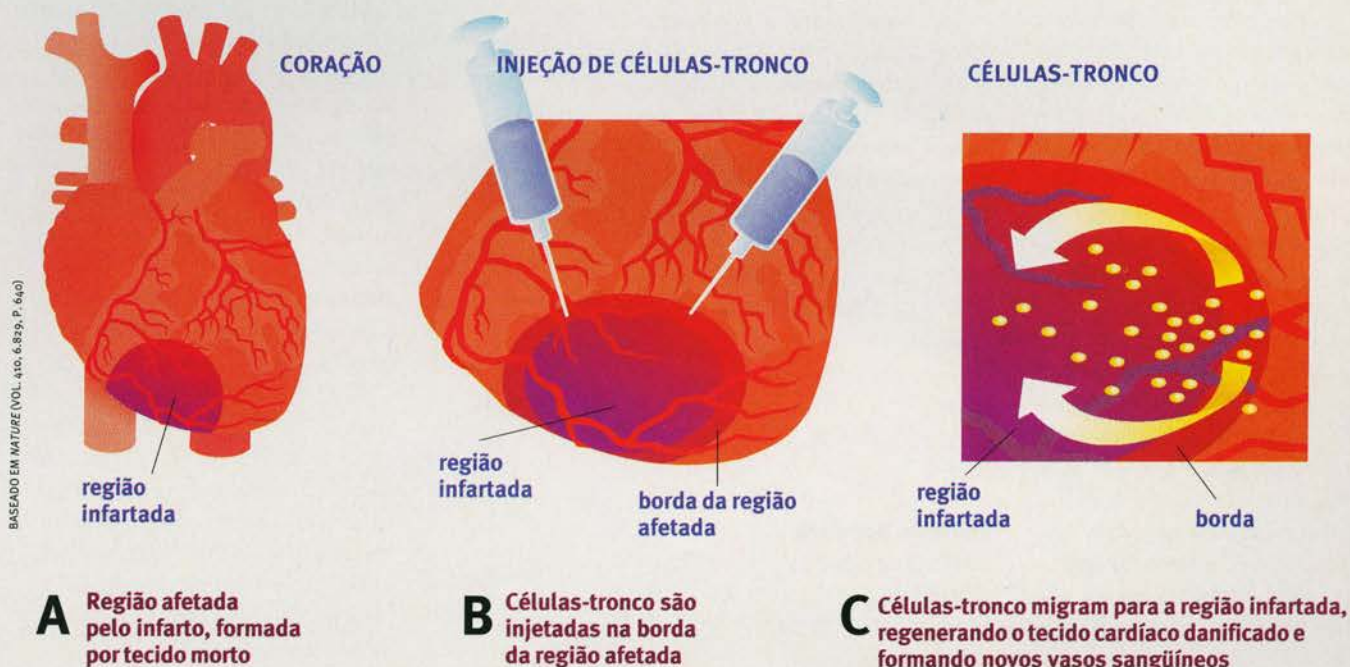
ra causa de morte entre os adultos. Porém, nenhum tratamento farmacológico pode substituir as células cardíacas mortas. E elas morrem facilmente.

Para poder bater regularmente, as células cardíacas devem manter uma organização definida, já que todas se contraem na mesma direção; devem ser coordenadas, já que todas devem contrair-se simultaneamente; e devem ter todas acesso ao sangue,

já que o esforço permanente exige um suprimento de matérias nutritivas e de oxigênio.

Quando os vasos sanguíneos se obstruem e o tecido cardíaco deixa de receber sangue, o tecido infartado morre irreversivelmente, sendo substituído, na melhor das hipóteses, por uma cicatriz fibrosa totalmente desprovida de capacidade contrátil.

O músculo cardíaco é construído cedo no embrião, seguin-



do um processo extremamente complexo, e durante toda a vida usaremos as células que foram postas e organizadas nesse momento. O tecido cardíaco não se regenera. Por isso, o único tratamento da falência do coração é o transplante de um coração vivo e inteiro.

Reparar o músculo cardíaco com células novas foi o objetivo de muitos estudos, com poucos resultados promissores conclusivos. As células reparadoras devem ser equivalentes às aquelas que constroem o coração no embrião, formando o músculo e os vasos sanguíneos que o irrigam. Elas não devem causar uma rejeição imune e devem integrar-se funcionalmente com as células já existentes.

A esperança de uma solução nasceu recentemente, com a observação de que o organismo adulto conserva, desde a vida fetal, um número pequeno, mas constante, de 'células-tronco progenitoras', encarregadas de reparar os tecidos danificados. Semelhantes às células do embrião, elas podem formar novos tecidos, substituindo os gastos.

Infelizmente, essas células não foram identificadas no coração. As células-tronco de outros tipos de músculo, como o músculo esquelético, foram testadas, gerando uma melhora no funcionamento do coração infartado, devido essencialmente à melhor irrigação por novos vasos sanguíneos, mas a regeneração relevante de células cardíacas não foi observada.

Os estudos recentemente publicados pelo grupo de Donald Orlic, da Faculdade de Medicina de Nova York (Estados Unidos), são os primeiros que aparentemente obtiveram resultados altamente promissores. Entre as células-tronco progenitoras, as de medula óssea são particularmente potentes. Guardadas durante toda a vida no lu-

gar mais seguro do organismo, elas fabricam continuamente todas as células sanguíneas, mas algumas delas mantêm também a capacidade semelhante às células embrionais muito precoces – elas podem diferenciar-se em praticamente todas as células do organismo. Elas são também facilmente colhidas e há muitos anos que se tratam várias doenças com o transplante de medula óssea.

O grupo de Orlic conseguiu colher as células da medula óssea de camundongos, separar as mais indiferenciadas e introduzi-las no tecido cardíaco infartado. Estudos moleculares mostraram que essas células se integraram no tecido lesado e, semelhantemente a células fetais, foram capazes de criar novas células cardíacas funcionais. Melhor ainda: elas geraram também os novos vasos sanguíneos necessários para irrigar o tecido cardíaco regenerado. Nove dias após o tratamento, quase 70% de tecido morto foram substituídos por um novo músculo cardíaco funcional. O resultado equivalente em humanos seria suficiente para salvar a maioria de pacientes infartados.

Dos camundongos aos humanos, o caminho está aberto e, frente ao imenso impacto médico e social da falência cardíaca, podemos esperar que os primeiros ensaios de tratamento de pacientes aconteçam em breve. É a primeira proposta real para a solução definitiva e factível de tratamento da falência aguda de coração.

Radovan Borojevic

Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro

PALEONTOLOGIA

DESFEITA UMA FARSA

Desmascarada a farsa sobre o 'Archaeoraptor', fóssil tido até agora como o elo perdido entre dinossauros e pássaros e amplamente usado como exemplo pelos criacionistas para atacar a teoria da evolução das espécies.

Encontrados fragmentos semelhantes a genes virais no fluido do encéfalo e da medula, bem como no tecido cerebral, de portadores de esquizofrenia, distúrbio psicótico marcado por alucinações e delírios que afeta cerca de 1% da população mundial. A descoberta reforça a hipótese – ainda controversa – de que vírus estariam envolvidos no surgimento de certos tipos da doença.

(Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 98, 8, 2001)

BIOLOGIA

MOTOR CELULAR

Com o auxílio de uma câmara ultra-rápida, foi captado o funcionamento de um 'motor' celular. A função da diminuta estrutura é converter a energia dos alimentos em ATP (adenosina trifosfato), que, por sua vez, age como um tipo de combustível para a própria célula.

Esse motor molecular, formado por uma enzima (ATP sintase) encontrada em bactérias, plantas e animais, gira como uma roda ao transformar a energia em ATPs.

Kazuhiko Kinosita e colegas, do Centro de Biotecnologia da Universidade Teikyo, em Kawasaki (Japão), usaram um tipo de câmera de alta velocidade para registrar o movimento da enzima, cuja volta completa dura apenas algumas frações de milissegundo.

Nature, 19/04/01



Através de técnicas de tomografia, Timothy Rowe, da Universidade do Texas (Estados Unidos), e colegas mostraram que o fóssil foi fraudulentamente montado. Para isso, usaram-se 88 peças, entre rochas e fósseis.

A frente do 'Archaeoraptor' veio de um único fóssil de ave,

enquanto a parte traseira foi uma montagem que envolveu pelo menos quatro espécies de dinossauros, inclusive um microraptor. "Pelo menos, duas novas espécies foram combinadas para aumentar o valor comercial da farsa", disseram os autores.

Nature, 29/03/01



O. LOUIS MAZZANTINI/2000 NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

CLIMATOLOGIA

EFEITO ESTUFA E OCEANOS

Dois estudos apresentam evidências de que o aquecimento dos oceanos é resultado de atividades humanas que contribuem para o chamado efeito estufa (elevação da temperatura média da Terra).

A queima de combustível de origem fóssil (gasolina, diesel etc.) é tida como um dos fatores responsáveis pela elevação da temperatura do planeta. O fenômeno ganhou o nome de efeito estufa, porque os gases resultantes da queima ficam aprisionados na atmosfera assim como o calor fica retido no interior de uma estufa de plantas – porém, a relação entre elevação da temperatura e queima de combustível sempre foi controversa.

Sydney Levitus, da Agência Nacional de Pesquisas Oceânicas e Atmosféricas (Estados Unidos), diz que seus resultados são "a mais forte evidência até agora de que o sistema climático terrestre está respondendo a ações induzidas pelo homem" – Levitus é também autor de estudo anterior publicado na *Science*, em que afirma que as águas dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico se aqueceram cerca de 0,06° desde 1955.

Tim Barnett, autor do segundo trabalho, foi ainda mais enfático. "Agora ficará muito mais difícil para aqueles que gostam de desbancar os resultados obtidos através de modelos climáticos", disse o pesquisador do Instituto de Oceanografia Scripps (Estados Unidos).

Science, 13/04/01



Estudo mostra que pessoas que fazem com frequência exercícios leves, como andar ou pedalar, queimam em média mais energia que aquelas que se dedicam à ginástica exaustiva durante um curto período de tempo. Esse último tipo de atleta, segundo a pesquisa, tende a ficar inativo períodos mais longos. (*Nature*, 29/03/01)

ENGENHARIA GENÉTICA

COMA MUITO E PERCA PESO

Uma nova linhagem de camundongos modificados geneticamente come quantidade de alimentos bem acima do normal mas permanece com cerca da metade da gordura que os camundongos normais. A chave, afirma estudo, é a ausência da produção de uma enzima relacionada com o metabolismo da gordura.

A enzima ACC, encontrada predominantemente nos músculos – incluindo o cardíaco –, produz um composto (malonil-CoA) envolvido na síntese e na 'quebra' de ácidos graxos (gordura). Lutfi Abu-Elheiga e colegas, da Faculdade de Medicina Baylor, em Houston (Estados Unidos), descobriram que a nova linhagem de camundongos, que não produz a ACC, tem a capacidade de queimar gordura (ácidos graxos) a uma taxa muito superior à dos camundongos normais. A nova linhagem mostrou-se fértil e apresentou longevidade normal.

O maior desdobramento do estudo seria desenvolver drogas ou tratamentos que possibilitassem emagrecer sem alterar a quantidade de alimento ingerido. "A inibição [dessa enzima] parece ser um alvo plausível para uma terapêutica antiobesidade", comentaram pesquisadores na mesma edição da *Science*.

Science, 30/03/01



VISÍVEL PELA PRIMEIRA VEZ

Uma equipe de pesquisadores norte-americanos e britânicos relatou a primeira detecção direta de matéria escura na Via Láctea. Suspeita-se que esse tipo de matéria invisível, não luminosa – e daí seu nome –, seja responsável por cerca de 90% da massa do universo, sendo que sua presença só é detectada pela influência gravitacional que causa no movimento de estrelas e galáxias próximas.

A força gravitacional gerada apenas pela matéria visível (luminosa) da Via Láctea – onde se encontra o sistema solar – não é suficiente para explicar a rotação da galáxia. Assim, supõe-se a presença da chamada matéria escura.

Depois de mapear a população de anãs brancas (estrelas extremamente densas, pouco brilhantes, já nos estágios finais de vida), a equipe, liderada por Ben Oppenheimer, da Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos), chegou à conclusão de que a massa dessas estrelas é responsável por cerca de 3% da matéria escura que forma o halo (região menos densa) da Via Láctea.

Science, 23/03/01

Produzidos tecido ósseo, cartilagem e músculos a partir de células-tronco encontradas em tecidos adiposos (gordura).

Por sua capacidade de se transformar em outros tipos de células, as células-tronco poderiam ser usadas para tratar doenças como Parkinson, câncer e diabetes. Porém, os autores afirmam que, para o caso de células-tronco extraídas da gordura, os testes em humanos devem ainda demorar. (*Tissue Engineering*, abril)

BIOLOGIA

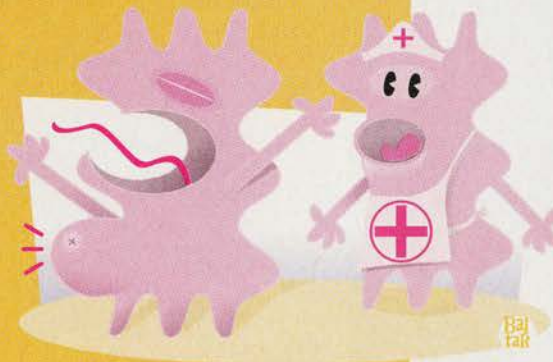
AMEBAS PARTEIRAS

Amebas, microrganismos unicelulares, procriam através da divisão celular, ou seja, a célula-mãe dá origem a células-filhas. No entanto, esse processo às vezes se complica, e as 'crias' não conseguem se separar uma da outra. Quando isso ocorre, companheiras que estão por perto dão uma ajuda à 'parturiente' em dificuldades, fazendo a separação das filhas. Segundo Elisha Moses e colegas, do Instituto Weizmann, em Rehovot (Israel), que comprovaram experimentalmente esse 'altruísmo', tal comportamento pode ser uma forma primitiva de interação social e cooperação.

Os pesquisadores recolheram a água próxima a uma ameba em dificuldades e a pingaram em outra cultura de amebas. Percebendo os sinais químicos de 'estresse', as companheiras migraram para o local onde foram despejadas as gotas.

Segundo os autores do estudo, um terço das divisões precisam de auxílio externo. Em cultura onde há poucas amebas – e portanto a ajuda está em geral distante –, muitas amebas, sem ajuda para se separar, acabam desistindo e ficando com dois núcleos em uma só célula.

Nature, 22/03/01



Recém-nascidos privados de estímulos visuais entre dois e seis meses de idade poderão ter problemas para reconhecer faces quando adultos. A pesquisa indica que esses estímulos são necessários para ajustar a 'sintonia' de um mecanismo cerebral que se tornará responsável pelo reconhecimento de faces nos anos seguintes. Os resultados foram obtidos a partir de estudo feito com bebês que receberam tratamento para um tipo de catarata hereditária.

(*Nature*, 19/04/01)

GENÉTICA

COMA MENOS E VIVA MAIS

Aos poucos, os cientistas vão descobrindo os segredos da longevidade. Pelo menos, em vermes, moscas-das-frutas e fungos, como mostram três estudos recentes.

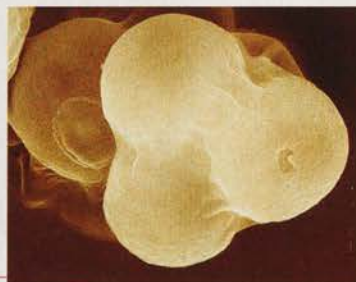
David Clancy, da University College de Londres, e colegas demonstraram que mutações no gene denominado chico, da *Drosophila* (mosca-das-frutas), aumentam em até 48% a vida desses insetos. Já pesquisadores da Universidade Brown, da Universidade de Massachusetts e do Centro de Pesquisa da empresa Pfizer, todos nos Estados Unidos, alteraram o gene InR dessas moscas, o que estendeu a longevidade dos insetos, mas os fez nascer com problemas no sistema neuroendócrino.

Por fim, Paola Frabrizio, da Universidade do Sul da Califórnia (Estados Unidos), e colegas do Ins-

tituto Max Planck (Alemanha) identificaram duas mutações que aumentam em até três vezes a longevidade. Uma delas no gene SCH9 do fungo *Saccharomyces cerevisiae*.

Os genes envolvidos nos três estudos estão direta ou indiretamente relacionados com a insulina (substância que regula os níveis de açúcar no organismo). Como a insulina é influenciada pela quantidade de calorias ingeridas, os resultados sugerem que uma dieta baseada em restrição calórica pode estender a longevidade também em humanos e em outros animais. Sabe-se que esse tipo de dieta prolonga a vida de organismos simples como o *C. elegans* até os mais complexos como roedores.

Science, 06/04/01



LAFERE LAB/HOME PAGE

Criadas minúsculas cápsulas sinalizadoras que se abrem espontaneamente quando ativadas por enzimas específicas do câncer de mama. Os miniatomatos são capazes de indicar a presença de tumores de mama tão pequenos quanto 1 mm quando injetados no corpo das pacientes. Depois de abertas, as cápsulas emitem luz infravermelha em resposta ao estímulo de um aparelho externo. A tecnologia já foi testada com sucesso em camundongos (American Physics Society, reunião de março)



A SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1986-). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou por um secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

SEDE NACIONAL: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 3106-1002.

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

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

Galáxias dist

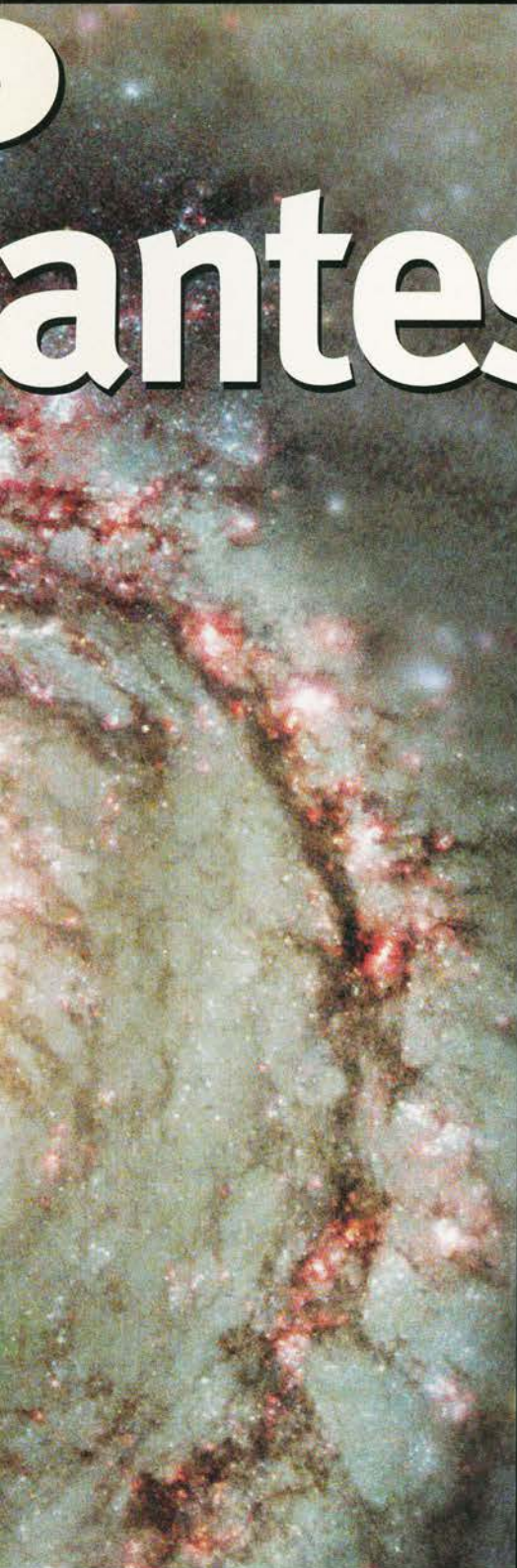
No início do século passado, graças à melhoria dos métodos de determinação de distâncias dos objetos celestes e do desenvolvimento das técnicas observacionais, abriu-se um novo campo na astronomia que, hoje, domina a preocupação dos profissionais da área: a astronomia extragaláctica, através da qual é possível mergulhar no passado do universo, conhecendo-o ainda em sua fase 'adolescente'.

Sueli M. M. Viegas

*Instituto Astronômico e Geofísico,
Universidade de São Paulo*

Imagem obtida pelo
telescópio espacial Hubble
da galáxia M51





antes

Em busca de um tempo perdido

O estudo sistemático de galáxias iniciou-se com a identificação, pelo astrônomo norte-americano Edwin Powell Hubble (1889-1953), de algumas 'nebulosas' que apresentavam sistemas estelares semelhantes aos observados na Via Láctea, da qual faz parte o Sol.

De suas observações, Hubble concluiu acertadamente que essas formações eram, na verdade, outras galáxias, pois estavam situadas além dos 98 mil anos-luz, tamanho característico da Via Láctea – um ano-luz equivale a cerca de 9,5 trilhões de quilômetros, ou seja, é a distância percorrida em um ano pela luz, cuja velocidade no vácuo é de aproximadamente 300 mil km por segundo.

O valor científico dessa descoberta é, sem dúvida, indiscutível. No entanto, sua abrangência extrapolou o terreno da ciência, invadindo o campo da filosofia, pois reforçou a descoberta do astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) – demonstrada pelas observações do físico italiano Galileu Galilei (1564-1642) – de que o Sol e, portanto, a Terra não ocupam uma posição privilegiada no universo.

A partir daí, o progresso nessa área tornou-se a base para o desenvolvimento da cosmologia, ou seja, da teoria que permite descrever e entender o universo como um todo, de sua formação à sua ▶

Do som das sirenes à luz das estrelas

Antes de se definir o que é o desvio para o vermelho (ou, em inglês, *redshift*), vale aqui fazer uma analogia com um fenômeno do dia-a-dia que guarda com ele certa semelhança. O chamado efeito Doppler pode ser percebido quando, por exemplo, uma ambulância com a sirene ligada se aproxima ou se afasta de nós. No primeiro caso, podemos notar que o som se torna mais agudo – na verdade, a frequência (número de oscilações que essa onda faz a cada segundo) aumenta. Por outro lado, à medida que o ambulância se afasta, o som vai se tornando mais grave, ou seja, a frequência diminui. Essas alterações são causadas pelo movimento da fonte – no caso, a ambulância.

O efeito Doppler, nome dado em homenagem ao físico austríaco Christian Johann Doppler (1803-1853), também pode ser observado em ondas eletromagnéticas, como a luz. O desvio para o vermelho da luz emitida por uma estrela ou por uma galáxia é devido ao efeito Doppler. Quando a estrela ou a galáxia estão se afastando de um referencial (no caso, a Terra), a frequência de sua luz tende a ficar menor – assim, diz-se que ela tende para o vermelho, que é a cor de menor frequência na faixa visível do espectro eletromagnético. Se a estrela está se aproximando, a frequência de sua luz aumenta – diz-se, então, que há um desvio para o azul (em inglês, *blueshift*).

Em termos mais técnicos, a frequência da onda emitida (f_e) chega ao observador com frequência f_o , que pode ser obtida pela fórmula: $f_o = f_e / (1 + z)$, sendo que o termo z representa o *redshift*.

O *redshift* das galáxias também é devido ao efeito Doppler. Porém, nesse caso, a velocidade de afastamento das galáxias é resultado da expansão do universo, sendo tanto maior quanto maior a distância da galáxia.

evolução, de modo compatível com os fenômenos observados experimentalmente. A cosmologia permitiu responder à questão fundamental de como o universo foi formado e como será seu futuro.

Balão e panetone

Até a década de 1960, as observações de galáxias restringiram-se àquelas que, para a astronomia, estão localizadas a distâncias relativamente próximas: algumas dezenas de milhões de anos-luz. Porém, foi possível estabelecer as propriedades gerais desses objetos, bem como um dos fenômenos mais fundamentais para a cosmologia: a expansão do universo, demonstrada pela primeira vez por Hubble no final da década de 1920.

Essa expansão se traduz no efeito chamado desvio para o vermelho da radiação emitida pelas galáxias (ver 'Do som das sirenes à luz das estrelas').

O *redshift* – termo em inglês pelo qual esse efeito é mais conhecido – é caracterizado pelo parâmetro z , que é tanto maior quanto maior a distância da galáxia.

Essa relação entre a distância e o deslocamento para o vermelho da radiação é conhecida como lei de Hubble, em homenagem ao seu descobridor. Essa lei implica a expansão do universo, ou seja, todas as galáxias estão se afastando umas das outras.

Uma boa analogia para visualizar o que está acontecendo com o universo é imaginar que as galáxias são pontos pintados na superfície de um balão de borracha. À medida que o balão é inflado, os pontos se afastam um dos outros. Outra analogia pode ser feita com um panetone, com pedacinhos de frutas cristalizadas em seu interior, crescendo ao ser assado no forno. À medida que o panetone (universo) cresce, os pedacinhos de frutas (galáxias) se afastam uns dos outros.

Sociais e isoladas

Até recentemente, as galáxias mais distantes observadas pelos astrônomos estavam relativamente próximas, com $z \leq 0,01$, correspondendo a distâncias de cerca de 90 milhões de anos-luz. Como termo de comparação, vale dizer que as chamadas Nuvens de Magalhães, galáxias-satélites da Via Láctea e visíveis a olho nu no hemisfério Sul, estão a cerca de 200 mil anos-luz, enquanto Andrômeda, a galáxia gêmea à nossa, dista 2 milhões de anos-luz.

A exploração de nossa vizinhança, através da observação e do estudo das galáxias próximas, permitiu aperfeiçoar a classificação das galáxias a partir de sua forma (elíptica, espiral, irregular), relacionando-a com outras propriedades gerais das galáxias, como cor, tipos dominantes de estrelas, massa, quantidade de energia emitida por unidade de tempo, por exemplo.

Foi possível também verificar que a distribuição das galáxias não é homogênea, pois há uma tendência das elípticas de se juntarem em regiões e formarem aglomerados. Já as espirais não são tão 'sociais', permanecendo isoladas.

Assinatura das galáxias

Ainda na década de 1960, as fronteiras do universo conhecido expandiram-se consideravelmente com a identificação de intensas fontes de emissão de ondas de rádio. Observou-se que esses objetos ópticos pontuais emitiam muita luz na faixa do ultravioleta, porém com intensidade variável. Além disso, apresentavam altos valores de *redshift*, ou

seja, estavam muito distantes da Via Láctea. Por essas características, receberam o nome quasar, um acrônimo, em inglês, para *quasi-estelar radio-souce* (radiofonte quasi-estelar).

O primeiro objeto desse tipo a ter seu *redshift* determinado foi o 3C 273, com $z = 0,158$, correspondendo a uma distância de 3 bilhões de anos-luz. De lá para cá, quasares cada vez mais distantes têm sido observados e hoje constituem uma classe maior, denominada QSOs, acrônimo para *quasi-stellar object* (objeto quasi-estelar). Até 1992, o QSO mais distante tinha $z = 4,99$, mas recentemente foram descobertos três deles com z acima de cinco, o mais distante com $z = 5,84$, o que corresponde a uma distância de quase 15 bilhões de anos-luz e o coloca nos limites do universo observável.

Na sua trajetória até nós, a radiação dos QSOs atravessa material que absorve parte de sua energia, deixando assim 'registros' dessa interação na luz que chega até os detectores ou telescópios (ver 'A impressão digital' da radiação). Esse material é gasoso, participa da expansão do universo e tem composição química semelhante à de galáxias próximas – isto é, é gás que foi enriquecido com elemen-

A 'impressão digital' da radiação

A radiação emitida por um objeto celeste, seja ele uma estrela, um quasar ou até mesmo um buraco negro, funciona como um tipo de 'impressão digital' da fonte emissora. A análise dessa luz revela detalhes sobre a massa e a composição química, entre outras, que são característicos do objeto emissor, ajudando a diferenciar mesmo objetos do mesmo tipo, como uma estrela de outra.

No caso dos quasares, a radiação emitida se estende de modo contínuo por uma larga faixa do espectro eletromagnético, que vai das ondas de rádio até os energéticos raios X. Entre esses dois extremos, há ainda a radiação óptica (ou luz visível), que, no caso dos quasares, é muito diferente daquela emitida pelas estrelas.

Sobrepostos ao longo desse espectro contínuo, a radiação dos quasares apresenta 'picos' intensos, que, no jargão da astrofísica, são denominados linhas de emissão. Contrastando com esses picos, há 'vales' de menor intensidade de energia – nesse caso, essas 'depressões' são chamadas linhas em absorção, que são um tipo de registro da matéria gasosa que a radiação do quasar atravessou em seu percurso (figuras 1A e 1B). É através da análise dessas linhas em absorção que os astrofísicos obtêm informações sobre as galáxias que se interpõem entre o quasar e os aparelhos de detecção.

Medindo a frequência de uma linha em emissão presente na radiação de um quasar, bem como identificando-se o elemento químico responsável por ela, é possível se obter o *redshift* de emissão (z_e) desse quasar. O mesmo pode ser feito com linhas em absorção para se chegar ao *redshift* de absorção (z_a).

O interessante desse método é que as linhas em emissão sempre fornecem o mesmo valor de z_e , o que funciona como um tipo de 'assinatura' do emissor. No entanto, isso não ocorre com as linhas de absorção, que se apresentam em conjuntos com diferentes valores de *redshift* – esses valores, que são sempre menores do que o do *redshift* de emissão, dependem do número de galáxias e de como elas foram atravessadas pela radiação em sua trajetória até os telescópios e detectores.

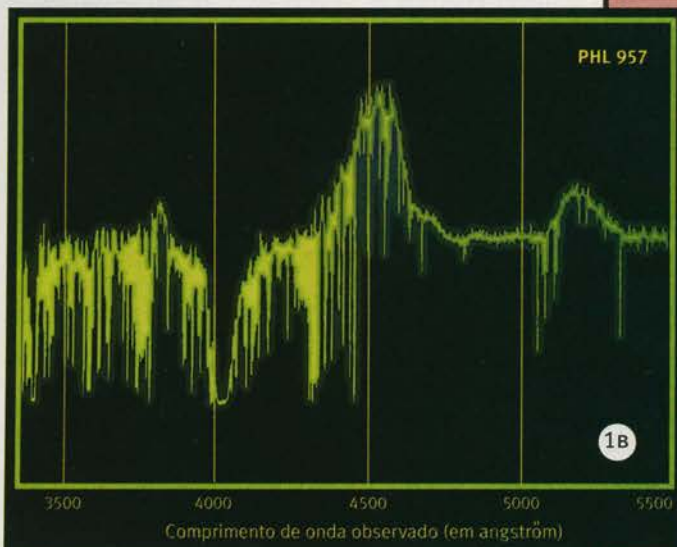
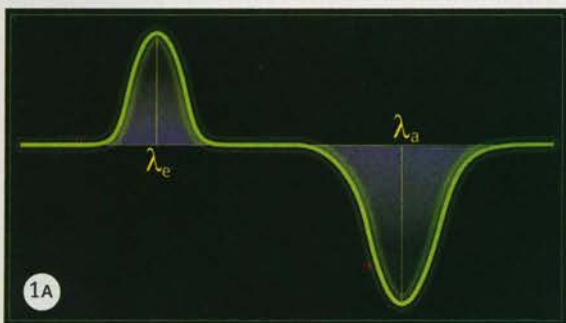


Figura 1A. Linha em emissão (λ_e) e linha em absorção (λ_a). A primeira ocorre quando o elétron de um átomo que forma a fonte emissora (um quasar, por exemplo) 'salta' para um nível de menor energia, emitindo uma partícula de luz (fóton). Na segunda, são os elétrons dos átomos que formam o material interposto entre o quasar e o observador que absorvem fótons da radiação emitida pela fonte

Figura 1B. Espectro do quasar PHL 957, observado em 1987. Nele, vêem-se inúmeras linhas em absorção, sendo que a mais acentuada está em 4.000 angströms – note-se que 1 angström corresponde a 10^{-8} cm e é usado aqui para indicar o comprimento de onda da radiação observada. Pelo menos duas linhas em emissão são vistas. A primeira delas, indicando a presença de hidrogênio no quasar, pode ser observada em 4.500 angströms. A segunda, mostrando que íons de silício também compõem o PHL 957, é observada em 5.200 angströms. O *redshift* de emissão do PHL 957 é 2,690, indicando que a radiação foi emitida quando o universo tinha apenas 1,5 bilhão de anos – ver figura 2 para a relação entre o *redshift* e a idade do universo

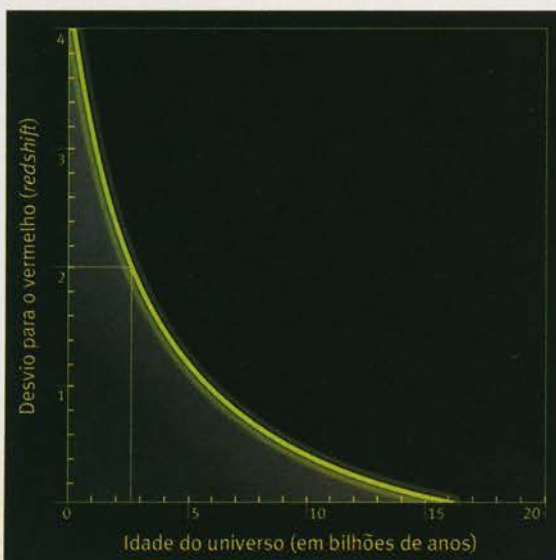
tos mais pesados que o hélio (dois prótons e dois nêutrons no núcleo) por efeito da evolução de estrelas, como acontece em nossa vizinhança. Portanto, é possível concluir que esse material pertence a galáxias que se encontram no percurso da radiação até a Terra.

Porém, há um detalhe importante: essas galáxias não podem ser vistas por serem muito menos brilhantes que os QSOs, bem como por estarem na mesma direção dessas fontes intensas de luz. Mas o efeito do material gasoso de que são compostas sobre a luz dos quasares pode ser detectada. Esse resultado foi mais um gigantesco passo na astronomia: a 'assinatura' de galáxias muito distantes, situadas na linha de visada de quasares, podia ser detectada na radiação dos quasares. Uma nova área da astronomia se abria.

Luz e matéria misturadas

A expansão do universo levou o físico russo George Gamow (1904-1968) a propor o chamado modelo *Big Bang*. A idéia era simples: se hoje todas as galáxias se afastam umas das outras, podemos então imaginar o inverso, isto é, um universo em contração, com as galáxias se aproximando. A situação equivale a uma viagem para trás no tempo, com toda a massa e a radiação do universo se fundindo e atingindo um estado em que matéria e luz estariam completamente 'misturadas', com densidades e temperaturas extremamente elevadas.

Uma das consequências desse modelo era a existência de uma radiação preenchendo os instantes iniciais do universo. Hoje, cerca de 15 bilhões de anos depois do *Big Bang*, essa radiação seria muito fria.



A confirmação observacional do *Big Bang* também ocorreu na década de 1960, quando foi detectada essa tênue radiação prevista por Gamow – no jargão da astronomia, ela é denominada radiação cósmica de microondas ou simplesmente radiação cósmica de fundo. Sua temperatura, medida recentemente com muita precisão pelo satélite Cobe, é extremamente baixa: 2,73 graus absolutos (270 graus celsius negativos).

Álbum de trás para frente

Observar galáxias cada vez mais distantes, ou seja, com z cada vez maior, corresponde a um mergulho no passado. De fato, como a velocidade da luz tem um valor máximo de 300 mil quilômetros por segundo, a detecção da luz de uma galáxia distante traz a informação sobre o passado dessa galáxia, revelando a história de uma época em que ela e, portanto, o universo eram muito mais jovens – na figura 2, é possível ver a relação entre o *redshift* e a idade do universo.

Para entender melhor o presente e o passado, é importante conhecermos mais a fundo a juventude do universo. Assim, temos de observar galáxias muito distantes, com *redshifts* cada vez maiores, o que corresponde a olhar o 'álbum de fotografias' do universo de trás para a frente, ou seja, começando com o universo de hoje e voltando àquele dos tempos primordiais.

Ordinária ou exótica

Entretanto, estudar galáxias distantes não é das tarefas mais fáceis, pois, quanto maior a distância, mais fraca ela se apresenta. Até recentemente, a única maneira de se estudar essas galáxias era através da luz (radiação) emitida pelos quasares.

A análise da radiação emitida por um quasar pode revelar tanto propriedades do próprio quasar quanto do material que a radiação atravessa em sua trajetória até nós. É possível saber, por exemplo, a que distância do centro de uma galá-

Figura 2. Relação entre o valor do desvio para o vermelho (*redshift*) e a idade do universo. Conforme mostram as linhas tracejadas, observar uma galáxia ou quasar que tenham *redshift* igual a 2 significa que a luz que estamos detectando foi emitida quando o universo tinha cerca de 2,7 bilhões de anos, ou seja, estava na sua 'adolescência' – hoje, a melhor estimativa para a idade do universo é de 15 bilhões de anos

xia a luz do quasar está passando (ver 'Do halo à própria galáxia').

A busca de galáxias distantes tendo como alvo principal os quasares se intensificou na década de 1980. As primeiras observações focaram quasares com *redshift* entre 0,30 e 1,5 – veja a correspondente idade do universo na figura 2. A escolha de quasares a essa distância se justificava pelo poder de definição dos telescópios e detectores – esse era o alcance ideal para que se pudesse obter boa informação sobre as galáxias que se encontravam ao longo do caminho da luz dos quasares.

Através da análise da luz detectada, os astrônomos viram galáxias que não estavam exatamente na linha de visada do quasar, mas sim um pouco deslocadas em relação a essa trajetória. Os pesquisadores concluíram que a radiação estava na verdade sendo absorvida não pelo 'interior' das galáxias, mas sim pela 'periferia' delas, ou seja, por seu halo, região onde o material gasoso das galáxias é menos denso.

Uma das peculiaridades sobre a matéria que forma o halo das galáxias é que ela não pode ser vista, pois não emite luz visível. Isso fez com que sua natureza fosse identificada com a de um tipo de matéria 'invisível', não luminosa, que se suspeita seja responsável por cerca de 90% da massa do universo – por essa característica, ela ganhou o nome de matéria escura.

Atualmente, um dos grandes problemas da astronomia é determinar se a matéria do halo das galáxias é a matéria comum (também chamada bariônica), que forma os objetos do nosso dia-a-dia, ou se é algum tipo de matéria exótica, ainda desconhecida, mas prevista em algumas teorias da física de partículas elementares. Esse problema fornece mais um elo na relação entre a cosmologia e a física de partículas.

Poluição química

Uma das informações mais importantes que provém desse tipo de análise da radiação diz respeito à composição química da galáxia e de seu halo – é possível até mesmo conhecer a quantidade de elementos químicos presentes nessas regiões. De observações da Via Láctea e de galáxias próximas, sabe-se que a quantidade de elementos mais pesados que o hélio – ou seja, carbono, nitrogênio, oxigênio, magnésio, silício, enxofre e ferro – é menor em galáxias mais distantes.

A 'poluição' das galáxias por elementos químicos – o que os astrônomos chamam enriquecimento da galáxia em elementos pesados – depende da quantidade de estrelas que são formadas e que

Do halo à própria galáxia

As linhas em absorção dos quasares podem ser divididas segundo a quantidade de hidrogênio que a radiação emitida atravessa ao longo de sua trajetória. Ao 'roubar' energia da radiação, os átomos desse elemento químico deixam 'registros' desse fenômeno na radiação detectada.

Os diferentes tipos de linha de absorção correspondem a trajetórias que passam a diferentes distâncias do centro da galáxia interposta entre o quasar e o observador (figura 3). As trajetórias nas quais a energia da radiação é pouco absorvida pelos átomos de hidrogênio indicam a passagem por partes mais externas do halo da galáxia. Já aquelas em que a radiação é mais absorvida pelo hidrogênio devem corresponder a um percurso por meio de uma região mais densa, ou seja, a do gás interestelar da própria galáxia.

Assim, analisar os diferentes tipos de linha de absorção fornece aos pesquisadores informações importantes tanto sobre o halo quanto sobre a própria galáxia.

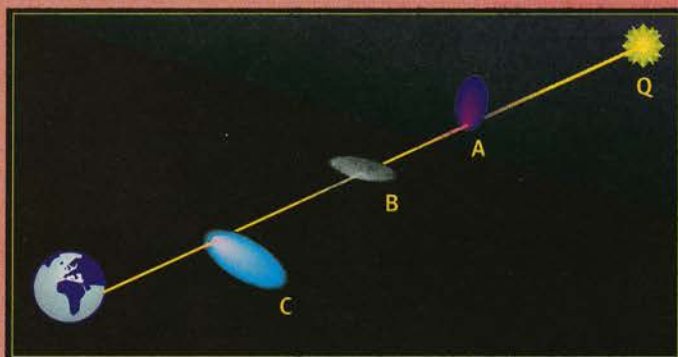


Figura 3. Ilustração da luz de um quasar (Q) passando através de galáxias interpostas (A, B e C) antes de atingir o observador. Essa interação entre a radiação emitida pelo quasar e a matéria gasosa que compõe as galáxias origina linhas em absorção do tipo das apresentadas na figura 1B. No caso esquematizado, o espectro do quasar deve apresentar três conjuntos de linhas em absorção, com seus respectivos *redshifts* (z_A , z_B e z_C).

evoluem nelas. Conhecendo-se a composição química atual das galáxias, através do estudo daquelas que estão próximas, e a composição química do passado, observando-se as mais distantes, pode-se determinar como as galáxias evoluem (ver 'Idade mínima das galáxias distantes').

Essa evolução pode ser simulada em computadores e fornecer, por exemplo, a quantidade e o tipo de luz emitida pela galáxia, bem como a taxa de explosões de estrelas supernovas. Essas explosões são importantes, pois podem tanto produzir ventos que levam gás enriquecido para o halo quanto provocar perda de matéria pelas galáxias.

Aberto, fechado ou plano

A poluição química, o tipo e a quantidade de luz emitida, a taxa de explosão de supernovas e a própria evolução das galáxias são fenômenos que dependem da quantidade de massa presente nelas, o que inclui a quantidade de matéria escura presente.

Quanto menor a massa de uma galáxia, menor será a força gravitacional exercida sobre o gás que forma seu halo. Assim, galáxias anãs, cujo campo gravitacional é mais fraco, são mais fortemente afetadas pela perda de matéria, ao passo que galáxias de maior massa, com campo gravitacional intenso, podem manter um halo extenso e enriquecido com elementos pesados.

A obtenção da massa contida nos halos das galáxias fornece informação sobre os limites para a densidade de matéria que determina a geometria do universo, isto é, se ele é aberto (baixa densidade), fechado (alta densidade) ou plano (densidade intermediária) – mais adiante, veremos as consequências dessas três geometrias.

Atualmente, grande parte do tempo dos maiores telescópios é dedicada a observações que permitam conhecer cada vez melhor as galáxias distantes, dada a grande quantidade de informação fundamental para a cosmologia que pode ser extraída dessas observações.

Resultados sensacionais

No final da década de 1980, foi lançado o telescópio espacial Hubble. Sua grande vantagem sobre os telescópios terrestres é o fato de ele poder observar os objetos celestes sem o 'véu' da atmosfera terrestre. Ele obtém, portanto, imagens mais definidas e de objetos bem mais distantes.

Idade mínima das galáxias distantes

A autora deste artigo, que é também coordenadora do Núcleo de Excelência 'Galáxias: Formação, Evolução e Atividade', tem trabalhado nos últimos anos na determinação da composição química das galáxias distantes, tendo mostrado que a quantidade de elementos pesados no halo dessas galáxias deve ser cerca de 10% do valor encontrado em galáxias próximas – e não 1% como sugerido por outros pesquisadores. Esse resultado indica que a evolução estelar está ocorrendo há pelo menos 1 bilhão de anos nas galáxias distantes, ou seja, essa seria sua idade mínima quando emitiram a luz observada.

Com o Hubble, foi obtida a imagem de uma pequena região do céu onde foram detectados objetos muito longínquos (figura 4). Na verdade, o telescópio foi apontado para duas regiões distintas: uma no hemisfério Norte e outra no Sul. E resultados sensacionais foram obtidos. Um grande número de galáxias foi descoberto, e a surpresa ocorreu quando se obteve o *redshift* delas: várias têm desvio para o vermelho acima de 4, e algumas acima de 5, igualando-se aos valores dos quasares mais distantes.

As observações também permitiram deduzir quando a maior parte da formação estelar ocorreu nas galáxias, o que leva à determinação da época de formação da maior parte das galáxias e serve de teste para os modelos de formação de estruturas no universo. Além disso, a análise do campo do hemisfério Sul indicou que a densidade de galáxias pode ser maior do que a adotada anteriormente.

E como tudo isso se relaciona com a evolução do universo?

Contração ou expansão?

O mergulho no passado através de observações de galáxias muito distantes, que estão em suas fases iniciais de evolução, é duplamente importante. De um lado, permite estudar o período de formação de estruturas no universo, assim como sua evolução e seu enriquecimento com elementos químicos. Por outro, a análise da radiação dos quasares – e como ela interage com a matéria gasosa em sua trajetória até nós – permite chegar a uma melhor determinação da massa do universo.

Além de revelar um maior número de galáxias, as imagens precisas e de grande alcance do telescópio Hubble contribuem para a melhor determinação da massa do universo. É, afinal, a massa do universo que vai determinar o seu destino final.

Desde a década de 1920, sabe-se que o universo está em expansão. É preciso, então, saber se essa expansão será para sempre ou não. O que determina o futuro do universo é sua massa, pois determina o modo como o campo gravitacional deve atuar sobre ele. Assim como em uma massa de gás, cujas partículas sofrem a ação de duas forças, no universo a força gravitacional tende a aproximar as galáxias enquanto a força de pressão tende a afastá-las. Se a força de pressão domina a força gravitacional, a massa de gás expande. Com a expansão, a pressão diminui, e a força gravitacional pode passar a dominar, e assim a massa de gás voltaria a se contrair.

A expansão do universo, que se iniciou no *Big Bang*, pode ser revertida se a massa do universo for grande o suficiente. Na verdade, a condição de

expansão ou contração é expressa a cada instante pela razão entre a densidade do universo e a chamada densidade crítica. Essa relação determina três cenários possíveis para o universo:

- a) se a densidade for menor que a densidade crítica, a massa do universo não será suficiente para reverter a expansão, e o universo terá uma geometria aberta, ou seja, irá se expandir indefinidamente;
- b) se a densidade for igual à crítica, o universo terá então uma geometria plana e se expandirá para sempre, embora com uma taxa de expansão menor que a do item anterior;
- c) se a densidade for maior que a densidade crítica, o universo será então fechado, ou seja, deverá se contrair até que toda sua massa volte a se reunir em torno de um ponto – esse fenômeno, um tipo de *Big Bang* às avessas, passou a ser recentemente denominado *Big Crunch*, que, em inglês, significa ‘grande esmagamento’.

Ainda menor que a crítica

E como se determina a densidade do universo? É necessário calcular a massa contida em um grande volume. Uma maneira é contar as galáxias em um dado volume, multiplicar pela massa média de uma galáxia e dividir pelo volume observado.

Mas esse método só calcula a chamada massa luminosa, isto é, aquela que emite radiação detectada pelos telescópios e é devida principalmente a estrelas. Esse método mostra que a densidade da matéria luminosa é muito menor que a densidade crítica, indicando que vivemos em um universo aberto – tanto melhor para os claustrofóbicos.

Entretanto, o modelo de *Big Bang* enfrenta problemas que poderiam ser resolvidos se a densidade fosse próxima ao valor crítico. Nesse caso, a única solução seria procurar pela matéria não luminosa, isto é, a matéria escura. Essa matéria poderia ser matéria comum (bariônica) – formada por objetos compactos que poderiam ser estrelas marrons no halo das galáxias e por gás muito quente que emite raios X e é encontrado em aglomerados de galáxias – ou ser matéria exótica (não-bariônica), que, embora nunca tenha sido detectada, é sugerida por teorias da física de partículas.

As estimativas indicam que, mesmo levando em conta esse tipo de matéria escura, a densidade do universo ainda é menor que a crítica. Resta, então, a matéria não-bariônica, que passa a ser o candidato mais forte ao posto de constituinte do universo. No entanto, esse tipo de matéria escura ainda corresponde a conjecturas na física de partículas elementares, mas tem sido objeto de estudo de muitos físicos atualmente.



Figura 4. Imagem feita pelo telescópio Hubble, com a câmara de campo profundo apontada para uma pequena região do céu do hemisfério Norte na qual se vê uma enorme quantidade de galáxias localizadas a diferentes distâncias e que apresentam diferentes morfologias

Para a próxima década

O estudo das galáxias jovens, seja através da observação direta pelos grandes telescópios, seja através da análise da radiação emitida pelos quasares, contribui para aprimorar os fatores que levam à determinação da densidade do universo, seja fornecendo uma melhor contagem do número de galáxias, seja restringindo as condições para os modelos de formação de estruturas, seja permitindo um melhor conhecimento da evolução química das galáxias.

Esses são os problemas que vão dominar os esforços dos astrônomos na próxima década, pois estamos diante de uma nova ‘revolução copernicana’: a astronomia já mostrou que não estamos no centro do universo, mas a astrofísica está indicando que a matéria, na forma como nós a conhecemos, é um percentual mínimo do total de massa que forma o universo.

Por enquanto, só nos resta confirmar que não somos constituídos pelo tipo de matéria que é a mais abundante no universo.

Sugestões para leitura

- FRIANÇA, A. C. S., DAL PINO, E., SODRÉ JR., L. e JATENCO-PEREIRA, V. (eds.). *Astronomia: Uma Visão Geral do Universo*, São Paulo, EDUSP, 2000.
- LONGAIR, M. S. *Our Evolving Universe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.
- REES, M. *Before the Beginning*, Perseus Books, Cambridge (USA), 1997.

Pesca

Nos últimos anos, cresceu o número de barcos que usam, ao largo da costa do Brasil, aparelhos de pesca denominados espinhéis, compostos por milhares de anzóis. Embora tenham aperfeiçoado a atividade pesqueira, os espinhéis criaram um sério problema: muitas aves marinhas atraídas pelas iscas acabam 'fiscadas' pelos anzóis. Estudos recentes sobre essa 'pescaria' acidental no mar brasileiro formam um quadro preocupante, já que entre as aves mortas pelos espinhéis estão várias espécies que correm risco de extinção e são protegidas por convenções internacionais.

Fábio Olmos Correa Neves

Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO)

Gastão César Cyrino Bastos

*Centro de Pesquisa
Pesqueira Marinha,
Instituto de Pesca de São Paulo*

Tatiana Silva Neves

*Seção de Animais Silvestres,
Instituto Florestal de São Paulo*

FOTOS DE FÁBIO OLMO



no céu



Figura 1.
Um albatroz-de-sobrancelha
(*Thalassarche melanophrys*)
imaturo luta para se libertar,
após ser apanhado por um anzol
quando tentava se alimentar
com uma isca

A morte de aves em espinhéis no Brasil

As aves marinhas interagem com todas as pescarias que produzem descartes de iscas e pescados não comerciais. Na pesca do camarão, as redes de arrasto capturam pequenos peixes e outros organismos, descartados em seguida e consumidos por gaivotas, atobás, fragatas e trinta-réis, mas aparentemente não capturam aves. Isso também não parece ocorrer em outras pescarias com redes ou com linhas de mão. Mas as aves correm perigo se a pescaria é feita com espinhéis (*longlines*), longos cabos de aço dos quais partem linhas secundárias com anzóis (figura 1).

Esse sistema de pesca vem causando a morte de milhares de aves marinhas em todo o mundo, inclusive no Brasil (ver 'Um problema global'). Embora apenas três espécies de aves marinhas se reproduzam em território brasileiro, a Zona Eco- ▶

Figura 2. O albatroz-errante (*Diomedea exulans*), uma das maiores aves voadoras, com envergadura de cerca de 3 m, tem sido capturado em espinhéis ao largo da costa brasileira



nômica Exclusiva (ZEE) do país, em especial as águas das regiões Sul e Sudeste, é uma área de alimentação para pelo menos 37 espécies de albatrozes, pardelas e petréis.

Devido aos movimentos migratórios e de alimentação dessas aves, as atividades pesqueiras no Brasil podem afetar populações de espécies que se reproduzem no Ártico, na Antártida e em ilhas subantárticas e do centro do Atlântico. A principal área de

alimentação do albatroz-errante (*Diomedea exulans*) (figura 2), por exemplo, é a região sob influência do fenômeno da convergência subtropical, que inclui a área onde as águas quentes da corrente do Brasil encontram as águas frias da corrente das Malvinas, ao largo do Rio Grande do Sul, do Uruguai e da Argentina. Já as pardelas-de-óculos (figura 3) buscam alimento ao largo da costa Sudeste-Sul brasileira.

Em 1991, estudo publicado pelo oceanógrafo Teodoro Vaske Jr., da Fundação Universidade do

Rio Grande (Furg), estimou que os barcos atuneiros que pescavam ao largo da costa gaúcha estariam capturando acidentalmente 2.650 aves marinhas por ano, incluindo espécies globalmente ameaçadas, como albatroz-errante, albatroz-de-tristão (*Diomedea dabbenena*) e pardela-de-óculos. No Brasil, os barcos que usam espinhéis têm como alvo grandes peixes que vivem em alto mar, na coluna d'água (espécies pelágicas), como atuns e peixes de bico,

Um problema global

Aves marinhas estão morrendo em todo o mundo, capturadas por aparelhos de pesca. Essa captura acidental de aves foi identificada como um sério problema para a conservação nos recentes anos 80. A pesca com os chamados espinhéis é tida como 'ambientalmente amigável', por ser seletiva em relação às espécies de peixes, mas a captura de aves (que pegam os anzóis iscados durante o lançamento do aparelho e se afogam quando o espinhel afunda) tem preocupado os conservacionistas.

No Pacífico Norte, albatrozes-de-pés-negros (*Thalassarche nigripes*) e albatrozes-de-Laysan (*T. immutabilis*) afogam-se em espinhéis destinados a espadartes (*Xiphias gladius*) e atuns (gênero *Thunnus*). No sul da África, no Atlântico, pardelas-pretas (*Procellaria aequinoctialis*) morrem às centenas em espinhéis que buscam merluzas (gênero *Merluccius*). No Mediterrâneo, são capturadas pardelas-de-bico-amarelo (*Calonectris diomedea*). No Atlântico Norte, dezenas de milhares de pardelas-prateadas-árticas (*Fulmarus glacialis*) morrem em espinhéis de fundo.

No oceano austral, albatrozes e petréis afogam-se

tanto em espinhéis pelágicos quanto de fundo. O mesmo acontece, ao largo da costa do Brasil, com a pardela-de-óculos (*Procellaria conspicillata*) e outras espécies. A Comissão para Conservação dos Recursos Vivos da Antártida (CCAMLR) calcula que espinhéis de fundo destinados à captura do peixe *Dissostichus eleginoides* 'fisgaram' cerca de 250 mil aves marinhas de 1997 a 1999. Tais níveis de mortalidade são insustentáveis e, por isso, muitas dessas espécies de aves são consideradas ameaçadas de extinção pela BirdLife International (organização não-governamental dedicada à conservação das aves) e pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN).

Identificado como ameaça global, o problema ganhou destaque no 1º Congresso Mundial para Conservação, realizado pela IUCN em 1996, em Montreal (Canadá). A preocupação desta e de outras organizações ambientais levou à criação, em 1997, do Programa de Conservação de Aves Marinhas, gerenciado pela BirdLife South Africa. O programa iniciou, no ano passado, a campanha global 'Salve o Albatroz', para reduzir a quantidade de capturas dessas aves pelos espinhéis.

ou os que vivem no fundo (espécies demersais), como chernes, namorados e batatas. As técnicas e as áreas de pesca variam de acordo com o tipo de pescado a ser capturado.

Estudos com espinhéis de fundo

Um espinhel de fundo consiste de um cabo de aço, com até 15 milhas náuticas (27,8 km), ao qual são presas linhas secundárias de *nylon* com anzóis iscados com lula ou peixe. O número total de anzóis de um espinhel pode chegar a mais de 2 mil. Os barcos que usam essa técnica lançam, em média, 3 mil anzóis por dia de pesca, em dois a três lançamentos de espinhéis. O cabo afunda por seu próprio peso a profundidades de até 700 m, para a captura dos peixes demersais.

Empregada apenas sobre a plataforma e o talude continentais, essa técnica foi introduzida no Brasil

em 1994, em um projeto do Instituto de Pesca de São Paulo (IP). Com a rápida expansão da frota, em 1998 já existiam no país 35 barcos equipados com espinhéis de fundo, baseados nos portos de Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ), Santos (SP), Itajaí (SC) e Rio Grande (RS) – especialmente nos três últimos, próximos aos pesqueiros mais ricos do Sul.

Os barcos que usam espinhéis de fundo descartam vísceras de peixes, iscas usadas e peixes pequenos em grande quantidade, atraindo aves marinhas, que podem ser capturadas quando o

espinhel é lançado ou recolhido (figura 4). Entre 1994 e 1997, um

dos autores (F. Olmos) registrou 19 espécies seguindo barcos com esses espinhéis ou alimentando-se ao redor deles, durante cinco cruzeiros. A mais comum foi a pardela-de-óculos, uma espécie ameaçada.

Os dados sobre a mortalidade de aves marinhas em espinhéis de fundo ▶

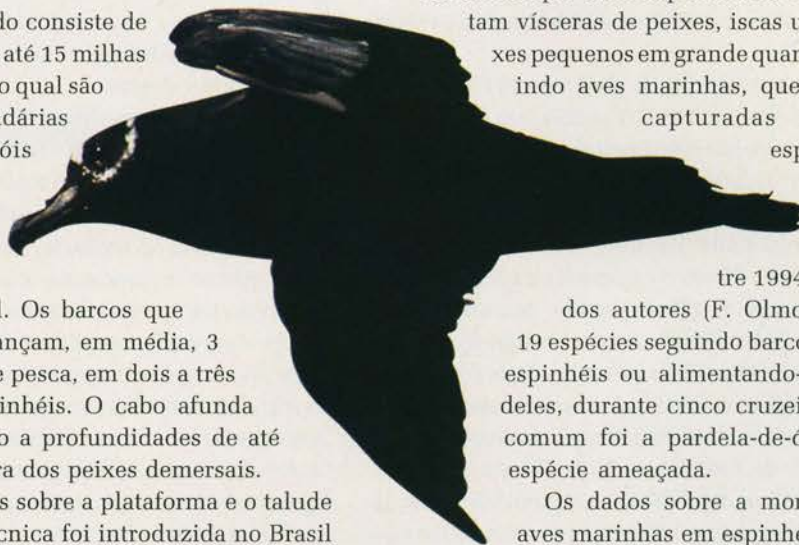


Figura 3. A pardela-de-óculos (*Procellaria conspicillata*) é uma espécie em perigo real de extinção, já que sua população, em todo o mundo, é estimada em cerca de 4 mil indivíduos

Duas iniciativas intergovernamentais prometem enfocar a questão. Após um processo de consultas técnicas (onde o Brasil foi um participante ativo), a Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) adotou, em junho de 1999, um Plano Internacional para Redução da Mortalidade Incidental de Aves Marinhas pela Pesca com Espinhéis. Conhecido como IPOA-Seabirds, o plano criou mecanismos para avaliação da mortalidade de aves pelos Estados associados à FAO. Também foi produzido um documento que descreve o problema e os métodos de mitigação, como o uso de pesos nas linhas ou de espantadores e os lançamentos noturnos. Os Estados associados à FAO devem preparar planos de ação para reduzir essa mortalidade.

Além disso, a 6ª Conferência dos países signatários da Convenção de Bonn para Conservação das Espécies Migratórias (CMS), realizada em novembro de 1999 em Somerset West (África do Sul), ampliou a lista de aves marinhas ameaçadas pela pesca com espinhéis. Na conferência anterior, as espécies de albatrozes do oceano austral haviam sido incluídas, por essa razão, no

apêndice II da Convenção. A revisão do problema feita pela FAO mostrou que nesse oceano (e nos mares adjacentes) os espinheleiros põem em risco não só albatrozes, mas ainda petréis-gigantes (gênero *Macronectes*) e pardelas (gênero *Procellaria*), totalizando sete espécies. Com base nisso, as sete espécies foram incluídas no Apêndice II da CMS.

A BirdLife também apoiou a resolução, liderada pela Austrália e apoiada pela França, África do Sul, Reino Unido e Uruguai (estados onde ocorrem albatrozes), que pedia urgência para a finalização de um acordo sobre os albatrozes do oceano austral. O Brasil, infelizmente, não é signatário da Convenção de Bonn, mas isso não o impede de assinar um acordo sobre os albatrozes, que seria uma entidade legal distinta.

John Cooper

Programa de Conservação de Aves Marinhas (BirdLife International) e Unidade de Demografia de Aves, Departamento de Ciências Estatísticas, Universidade de Cidade do Cabo (África do Sul)

foram coletados em cruzeiros do navio de pesquisas Orion, do IP, e do pesqueiro Margus II, que participou do projeto Prospecção Pesqueira com Espinhal de Fundo, do IP e da Furg. O projeto integra o Programa Revizee (Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da ZEE Brasileira), que envolve diversos ministérios e instituições de pesquisa e é coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Durante 19 cruzeiros, de abril de 1994 a maio de 1995, o Orion lançou 340.777 anzóis, em 157 dias de pesca na plataforma continental e talude superior, entre 19°30' (sul do Espírito Santo) e 27°56'S (Florianópolis), em áreas com profundidades de 49 a 468 m. Os espinhais 'fisgaram' 109 aves (0,32 por mil anzóis), e 49 foram recuperadas e identificadas: 34 bobos-grandes (*Puffinus gravis*), seis albatrozes-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchos*), seis pardelas-pretas, duas pardelas-de-óculos e um albatroz-de-sobrancelha (*Thalassarche melanophrys*).

O Margus II realizou 12 cruzeiros, de agosto de 1996 a junho de 1997, entre 22°S (Rio de Janeiro) e 34°40'S (Rio Grande do Sul), em profundidades de 100 a 500 m, lançando 187.908 anzóis em 69 dias de pesca. Isso resultou na morte de 19 aves (0,1 por mil anzóis), das quais 15 foram identificadas: cinco bobos-grandes, cinco pardelas-pretas, quatro albatrozes-de-sobrancelha e uma pardela-de-óculos.

Como não foi usado qualquer método de prevenção, a diferença entre as taxas de captura de aves no

Orion e no Margus II deve-se a outros fatores. Primeiro, o Orion percorreu basicamente áreas de pesca conhecidas, lançando anzóis em uma faixa de profundidade mais limitada, enquanto o Margus II pesquisou uma área maior de modo mais sistemático, lançando espinhais em faixas de profundidades que nem sempre correspondiam a pesqueiros. As áreas de pesca onde o Orion esteve podem coincidir com agregações de presas (como lulas e pequenos peixes) apreciadas pelas aves, o que aumentaria a concentração destas.

Segundo, o Orion 'fisgou' 46 das 109 aves na área de Cabo Frio, entre maio e junho, época de migração do bobo-grande, a espécie mais capturada (figura 5). A região de Cabo Frio tem a maior produtividade primária da costa do Sudeste, devido ao fenômeno da ressurgência, o que a torna uma provável área de alimentação para aves migrantes. Além disso, o bobo-grande é capaz de mergulhar vários metros para capturar presas, o que o ajuda a alcançar as iscas, apesar da rápida submersão do espinhal. Bobos-grandes foram apanhados em maior número embora representassem no máximo 20% das aves avistadas junto aos barcos, mostrando que a pesca com espinhais de fundo é seletiva em relação às aves mortas.

Dados do Laboratório de Estatística Pesqueira (Centro de Pesquisa Pesqueira Marinha), do Instituto de Pesca, sobre a frota sediada em Santos permitiram calcular que os 35 espinheleiros de fundo que operavam na ZEE brasileira até 1998 lançaram cerca de 17,7 milhões de anzóis por ano. Usan-



Figura 4. Pombas-do-cabo (*Daption capensis*), albatrozes-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchos*), pardelas-de-óculos e uma pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*) aguardam os descartes de um espinheleiro

do como parâmetro as taxas de captura do Margus II e do Orion, esse esforço de pesca leva a uma média de 4.214 (2.201 a 6.226) aves marinhas mortas por ano, em sua maioria bobos-grandes (figura 6).

Estudos com espinhéis pelágicos

Os barcos que usam espinhéis pelágicos (ou de meia água) buscam espécies como atuns, peixes de bico (espadartes, marlins) e tubarões. A técnica, introduzida no Brasil em 1958 por japoneses, sofreu várias interrupções e alterações tecnológicas. A partir de 1994, os barcos brasileiros trocaram o espinhel japonês pelo modelo norte-americano, que exige menos pessoal e é mais leve. Chamado de espinhel flutuante ou boiado, ele consiste de uma linha principal de *nylon* de alta resistência, com cerca de 80 km, da qual partem linhas secundárias com anzóis (de 1.500 a 2.200 anzóis, no total). O conjunto afunda lentamente até profundidades entre 45 e 80 m, menos que os 70 a 120 m dos espinhéis japoneses.

Como nos espinhéis de fundo, a isca favorita é a lula, muitas vezes tingida com cores brilhantes, e bastões luminosos (*light-sticks*) são presos às linhas secundárias, para atrair peixes. O espinhel é em geral lançado logo após o pôr-do-sol, em função do comportamento da principal espécie-alvo, o espadarte. Barcos com esses espinhéis também descartam vísceras de peixe e iscas, atraindo aves marinhas (figura 7). Mais leves, os espinhéis pelágicos afundam lentamente, facilitando a captura dessas aves.

O número de barcos com espinhéis pelágicos no Brasil variou de 27 a 58 entre 1990 e 1999. O número de anzóis lançados por ano em todo o país cresceu de 2,5 milhões em 1980 para 9 milhões em 1994 (último dado anual disponível). Em 1998, só na região Sul-Sudeste, estavam em operação 22 barcos com espinhéis pelágicos, baseados nos portos de Itajaí e Santos (até 1995, também existiam barcos em Rio Grande). Em 1994, quando essa frota somava 27 barcos, foram lançados cerca de 6,4 milhões de anzóis na região onde há mortalidade de aves marinhas. Nos últimos anos, a frota Sul-Sudeste vem crescendo, dentro dos planos do Departamento de Pesca e Aquicultura, do Ministério da Agricultura, que pretende aumentar a produção nacional de atuns e afins (que foi de 45 mil toneladas/ano em 1999, com 40 barcos) para 100 mil toneladas/ano em 2003 (com 200 barcos).



Figura 5. O bobo-grande (*Puffinus gravis*) é a espécie mais capturada por espinhéis de fundo, o que é facilitado por sua habilidade para mergulhar

Os dados de capturas de aves foram obtidos em 120 cruzeiros realizados entre 15°S e 35°S, de novembro de 1994 a agosto de 1999, por 15 barcos de Santos, com 1.350 lançamentos de espinhéis (totalizando 1.529.312 anzóis). Outros dados vieram de seis cruzeiros (ao sul de 27°S) feitos pelo navio de pesquisas Atlântico Sul, da Furg, entre novembro de 1996 e abril de 1998, como parte de um projeto de avaliação de estoques de peixes pelágicos. O Atlântico Sul usou um espinhel com a linha principal mais fina, linhas secundárias mais curtas e menos anzóis que o da frota santista.

A frota de espinheleiros de Santos capturou 139 aves (0,095 por mil anzóis), mas esse total provavelmente foi subestimado, por se basear em informações dos próprios pescadores e em aves trazidas por eles, sem observação direta a bordo. A grande maioria das aves (95,7%) foi capturada no inverno, em águas abaixo de 24°S. As aves recuperadas incluíam 34 albatrozes-de-sobrancelha, 17 albatrozes-de-nariz-amarelo, dois albatrozes-errantes, um albatroz-de-tristão, 18 pardelas-pretas, seis pardelas-de-óculos, seis pardelas *Procellaria* não identificadas e um bobo-grande.

Mortalidade de aves por espinhéis de fundo no Brasil

AVE	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO
Bobo-grande	2.568	1.341	3.794
Pardela-preta	724	378	1.070
Pardela-de-óculos	197	103	292
Albatroz-de-nariz-amarelo	395	206	584
Albatroz-de-sobrancelha	329	172	486

Figura 6. Estimativa de aves mortas por ano na costa Sul-Sudeste brasileira por espinhéis de fundo, tomando como valores extremos as taxas de captura dos barcos Margus II e Orion, e médias ponderadas de cada espécie calculadas a partir do total de aves capturadas por esses barcos

Figura 7. Grupo de aves marinhas, dominado por pardelas-de-óculos, alimentando-se de vísceras de peixes descartadas por um espinheleiro pelágico ao largo de Santa Catarina



A taxa de captura de aves do Atlântico Sul foi maior, provavelmente devido ao equipamento mais leve, que afundava a velocidades menores. Foram recuperados, ao longo de seis cruzeiros, quatro albatrozes-de-sobrancelha, dois bobos-grandes e duas pardelas-de-óculos, com uma taxa de captura de 0,73 ave por mil anzóis.

Tais resultados diferem dos de Vaske Jr., que em 1991 registrou 71 aves mortas em 52 dias de pesca: 58 pardelas-pretas, seis pardelas-de-óculos, quatro albatrozes-errantes, dois albatrozes-de-sobrancelha e uma pardela-prateada (*Fulmarus glacialisoides*). A taxa de captura alcançou 1,35 ave por mil anzóis, considerados todos os lançamentos. Os cinco cruzeiros da pesquisa de Vaske Jr. ocorreram no inverno e no início da primavera, época em que a ocorrência dessas aves na região é mais intensa, o que deve ter contribuído para as altas taxas de captura.

Supondo que o esforço de pesca da frota Sul-Sudeste tenha sido, em 1998, similar ao de 1994 (6,4 milhões de anzóis), devido ao número semelhante de barcos, e tomando a taxa de captura do Atlântico

Sul e a de Vaske como extremos, estimamos que a frota de espinheleiros pelágicos do Sul-Sudeste do Brasil capturou nesse ano cerca de 6.656 aves (4.672 a 8.640), em especial pardelas-pretas (figura 8).

A grande variação no número estimado de aves mortas anualmente deve-se às diferentes taxas de captura registradas em cada estudo. Essa taxa parece ser muito variável e depender de diversos fatores: tipo de embarcação, condições do mar, fase da lua e tamanho dos bandos de aves. Informações mais precisas só serão obtidas com a implantação de um programa de observadores a bordo dos barcos.

Prejuízos para as aves e para a pesca

Os dois tipos de espinhéis são seletivos em relação às espécies que capturam. O bobo-grande é a ave mais 'fisgada' pelos espinhéis de fundo, enquanto os espinhéis pelágicos capturam mais albatrozes. Ambas as técnicas capturam pardelas-pretas e pardelas-de-óculos em número significativo.

A diferença pode ser atribuída à rápida submersão dos espinhéis de fundo, o que aumenta a chance de captura de aves com maior capacidade de mergulho, como o bobo-grande. Além disso, nesses espinhéis uma lula é cortada em pedaços e serve de isca para até oito anzóis pequenos. Quando a ave engole a isca, fica presa no anzol. Já os espinhéis pelágicos usam anzóis e iscas maiores, como lulas inteiras (até 300 g cada), dificilmente engolidas por aves menores, como bobos e pardelas. Tais anzóis, que afundam lentamente, costumam capturar os grandes e menos ágeis albatrozes.

Figura 8. Estimativa de aves mortas por ano na costa Sul-Sudeste brasileira por espinhéis pelágicos, tomando como valores extremos as taxas de captura do barco Atlântico Sul e de Teodoro Vaske Jr. – as pardelas não identificadas podem ser tanto pardelas-pretas quanto pardelas-de-óculos

Mortalidade de aves por espinhéis pelágicos no Brasil			
AVE	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO
Pardela-preta	3.084	2.165	4.004
Albatroz-de-sobrancelha	1.623	1.139	2.107
Albatroz-de-nariz-amarelo	690	484	896
Pardela-de-óculos	568	399	738
Albatroz-errante	243	171	316
Pardelas não identificadas	243	171	316
Bobo-grande	122	86	158
Pardela-prateada	41	29	53
Albatroz-de-tristão	41	29	53

A maioria das populações de aves que interagem com a pesca de espinhel está em declínio. A população de albatrozes-de-sobrancelha das Geórgias do Sul diminuiu 35% desde 1989, e aves ali anilhadas (o anel, colocado na perna, contém dados como data e local) têm sido capturadas no Brasil. No caso do albatroz-errante, considerado vulnerável, a maioria das aves capturadas no Brasil reproduz-se nas Geórgias do Sul, onde a população da espécie declinou 28% nos últimos 20 anos (figura 9).

Dados anteriores sugeriam que os espinheleiros brasileiros capturavam por ano, no início dos anos 90, 200 pardelas-de-óculos, ou mais que 5% da população então estimada para a espécie. Nossos resultados, porém, indicam que a mortalidade real, por espinhéis de fundo e pelágicos, é de 400 a 500 pardelas-de-óculos por ano. Essa taxa não pode ser suportada por uma espécie com baixo potencial reprodutivo, caso de todas as pardelas e albatrozes. Somando-se a isso as mortes nas águas de países vizinhos, como Uruguai e Argentina, a espécie pode ser considerada em perigo.

Espinheleiros brasileiros 'pescam' outras espécies ameaçadas. Existe o registro, na costa gaúcha, da morte de um albatroz-real (*Diomedea epomophora*) anilhado na ilha Campbell (Nova Zelândia). Petréis-gigantes (*Macronectes giganteus*) capturados ocasionalmente no Brasil haviam sido anilhados nas ilhas Macquarie (no Pacífico sul), Signy (das Órcadas do Sul) e Geórgias do Sul. A população total do petrel-gigante é estimada em apenas 36 mil casais, e está em declínio.

A rica e produtiva área de pesca ao sul do Brasil, sob influência da convergência subtropical, onde atuam barcos com os dois tipos de espinhéis, é um dos principais sítios de alimentação de aves marinhas no Atlântico Sul, freqüentada por todas as espécies ameaçadas. Minimizar a captura dessas aves pelos barcos de Santos, Itajaí e Rio Grande seria um grande avanço para a conservação dessas espécies.

A captura acidental não é um problema apenas para as aves. Cada ave 'fiscada' significa uma chance a menos de capturar um peixe. Mas o problema pode ser maior. Um estudo de pesquisadores australianos, no mar antártico, sugere que, para cada ave capturada, pelo menos 20 anzóis perdem iscas. Tal perda é relativamente menor para barcos com espinhéis de fundo, que lançam milhares de anzóis/dia e buscam espécies de menor valor. Espinheleiros pelágicos, porém, têm alto custo operacional, lançam menos anzóis/dia e têm como alvo peixes de valor individual maior. Um atum de tamanho médio, por exemplo, pode valer algumas centenas de dólares (ou até mais). Para tais barcos, o prejuízo econômico de capturar aves marinhas é óbvio.

Medidas mitigatórias

Diversos métodos têm sido adotados em outros países para evitar a perda de iscas e a captura de aves. O mais simples e efetivo, usado em especial por barcos que pescam espadartes, é lançar os espinhéis à noite, com luzes de bordo reduzidas. No

Situação de espécies de aves capturadas por espinhéis no Brasil

ESPÉCIE (STATUS)	NOME CIENTÍFICO	ILHAS ONDE FAZEM NINHOS	POPULAÇÃO ESTIMADA
Pardela-de-óculos (E)	<i>P. conspicillata</i>	Inaccessible	4 mil indivíduos
Bobo-grande (S)	<i>P. gravis</i>	Tristão da Cunha	5 milhões de pares
		Gough	600 mil a 3 milhões de pares
		Falkland	algumas centenas de pares
Albatroz-de-sobrancelha (NT)	<i>T. melanophrys</i>	Falkland	521.424 pares reprodutivos/ano
		Geórgias do Sul	95 mil pares reprodutivos/ano
Albatroz-de-nariz-amarelo (V)	<i>T. chlororhynchos</i>	Tristão da Cunha	22 mil pares reprodutivos/ano
		Gough	5 mil-10 mil pares rep./ano
Albatroz-de-tristão (E)	<i>D. dabbenena</i>	Gough	Mil pares reprodutivos/ano
		Inaccessible	2-3 pares reprodutivos/ano
Albatroz-errante (V)	<i>D. exulans</i>	Geórgias do Sul	2.178 pares reprodutivos/ano

Figura 9. Algumas espécies capturadas por espinhéis em águas brasileiras – as informações sobre população, para *D. exulans*, *T. melanophrys* e *T. chlororhynchos*, referem-se a populações atlânticas

Figura 10.
Três
pardelas-
pretas e um
albatroz-de-
sobrancelha
mortos em
apenas um
lançamento
de espinhel



entanto, mestres de espinheleiros que pescam espartes dizem que lançar espinhéis à noite dificilmente reduz a captura de aves marinhas, embora admitam que a maioria dessas capturas ocorre em noites claras, iluminadas pela Lua.

Os lançamentos noturnos, porém, são evitados no caso dos espinhéis de fundo, devido à ação de crustáceos carnívoros do gênero *Politolana*, chamados de 'baratas' pelos pescadores. De hábitos noturnos, as 'baratas' vivem no fundo do mar e podem destruir inteiramente iscas, peixes e até aves capturadas. Além disso, certas pardelas que se alimentam à noite (do gênero *Procellaria*) ainda podem ser capturadas.

Um método de baixo custo é o espantador de aves (*tori line*), um cabo de cerca de 150 m, que parte de uma vara presa à proa do barco e tem linhas secundárias mais ou menos rígidas, graças a um revestimento plástico. O barco reboca o cabo principal sobre a área onde o espinhel é lançado, e as linhas secundárias, ao oscilar, evitam que as aves apanhem os anzóis. Espantadores bem projetados cobrem a área mais vulnerável às aves e podem diminuir a perda de iscas em mais de 70%. Adaptações no equipamento de pesca também reduzem a perda de iscas e a morte de aves. Espinhéis que afundam mais rapidamente ficam expostos por menos tempo. Prender pesos às linhas e descongelar as iscas ajuda o espinhel a afundar mais depressa. Além disso, lançar descartes fora da área de lançamento dos espinhéis faz com que as aves se afastem da zona de perigo.

No Brasil, uma parcela dos pescadores evita conscientemente capturar aves. Alguns despejam vísceras de peixes na água ao lançarem o espinhel, atraindo as aves para longe deste. Outros tentam espantá-las com sirenes e fogos de artifício, mas elas habituariam-se ao barulho. Experimentos com espantadores têm sido feitos, mas ainda não são um equipamento pa-

drão no Brasil. O ideal seria realizar pesquisas sobre a eficácia e a aplicabilidade das medidas mitigadoras, com o apoio dos empresários da pesca e das tripulações. As conclusões dos testes ajudariam os órgãos oficiais que gerenciam o setor pesqueiro a baixar normas sobre o uso desses métodos.

A mortalidade de aves marinhas no Brasil é um problema internacional, já que aves que se reproduzem em outros países e são protegidas pela Convenção sobre Espécies Migratórias (da qual o Brasil não é signatário)

estão sendo mortas em águas nacionais (figura 10). Isso pode gerar retaliações econômicas e boicotes contra o pescado brasileiro – a mortalidade de tartarugas marinhas na pesca com redes de arrasto, por exemplo, provocou a drástica redução das exportações de camarões. Vale a pena lembrar que, em 1997, as exportações de espartes, atuns e afins, principal alvo dos espinheleiros, chegaram a US\$ 21,13 milhões, e que, em 1998, apenas as vendas de espartes para os Estados Unidos (principal importador) atingiram US\$ 3,9 milhões, valor que tem crescido ano a ano, com a expansão da frota.

A 'pesca' de aves no Brasil ocorre junto com outros danos ao ambiente marinho, como a pesca predatória de tubarões (para usar apenas as barbatanas), a sobrepesca de certas espécies (albacora-bandolim, agulhão-negro, agulhão-branco e espartes) e a captura de tartarugas marinhas em redes. Todos esses problemas aumentarão se os planos do Ministério da Agricultura de ampliar a produção pesqueira forem executados sem estudos sobre a sustentabilidade dos recursos ou sobre os impactos ambientais, o que vem preocupando técnicos do setor, ambientalistas e até empresários.

É preciso instituir um programa de observadores científicos a bordo dos barcos, para orientar o uso de medidas preventivas pelos pescadores e coletar dados precisos sobre a captura acidental de aves e a produção pesqueira. Um programa desse tipo é viável, já que a frota do Sul-Sudeste é relativamente pequena, e geraria dados sobre a pesca mais confiáveis que os atuais, obtidos em geral de segunda mão. Além disso, um programa educativo dirigido aos empresários pesqueiros e às tripulações poderia esclarecer sobre a ameaça às aves, as perdas econômicas associadas e as medidas mitigatórias. Obtendo-se o apoio do empresariado, dos mestres e de suas tripulações, a morte desnecessária de inúmeras aves poderá chegar ao fim. ■

Sugestões para leitura

BROTHERS, N. *Pesca de palangreros, los dollares y el sentido común: capturando peces en vez de aves marinas usando palangreros de profundidad*, Hobart (Austrália), Department of Environment and Land Management, 1996.

BROTHERS, N. P., COOPER, J. & LOKKEBORG, S. 'The incidental catch of seabirds by longline fisheries: worldwide review and technical guidelines for mitigation', in *FAO Fisheries Circular*, nº 937, 1999.

ROBERTSON, G. & GALES, R. (Eds.). *The albatross biology & conservation*, Chipping Norton (Austrália), Surrey Beatty & Sons, 1998.

VASKE Jr., T. 'Seabird mortality on longline fishing for tuna in Southern Brazil', in *Ciência e Cultura*, v. 43(5), p. 388, 1991.

SUA EMPRESA É INOVADORA?

INVESTE EM TECNOLOGIA?

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

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

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

PROCURE A FINEP



FINEP

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

SEAC

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

CT
BRASIL
Ministério da Ciência e Tecnologia

**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil

É sabido que o DNA contém as informações necessárias para o funcionamento dos organismos. Esse 'manual de instruções', porém, precisa ser interpretado pelas células, através de um mecanismo que envolve diversas – e complexas – etapas. Um papel fundamental nesse mecanismo cabe a um processo denominado splicing, sem o qual as instruções não poderiam ser lidas. O splicing não só organiza tais instruções, eliminando partes que não interessam, mas ainda permite selecioná-las, de modo que o mesmo gene forneça diferentes instruções para as células.

Luiz O. F. Penalva

Medical Center, Duke University
(Estados Unidos)

Diego A. R. Zorio

Department of Biochemistry
and Molecular Genetics, UCHSC,
University of Colorado
(Estados Unidos)



A leitura do DNA

Como é processada a informação dos genes

Se um biólogo molecular tivesse que explicar a uma pessoa da área de ciências exatas como funciona nosso material genético, certamente faria uma analogia com um *software*. Da mesma forma que um computador, os seres vivos funcionam graças a um programa sensacional, escrito em uma linguagem simples, que utiliza apenas quatro letras ou variantes. Tal programa está dividido em uma série de instruções – os genes. As células, como o computador, interpretam e processam essas instruções, gerando produtos e/ou executando comandos.

Curiosamente, dentro das instruções genéticas existem partes que podem ou não conter informação útil, o que exige um processamento prévio para que nossos 'computadores' consigam interpretá-las e, assim, cumprir as tarefas determinadas. Este artigo descreve como os seres vivos processam a informação genética, as implicações desse processamento e sua relação com doenças hereditárias.

Como tornar funcional o código genético

Nos chamados seres eucariontes, cujas células têm núcleo, o material genético concentra-se nesse compartimento. Toda a informação para o funcionamento do ser está contida em uma longa molécula composta por duas cadeias (ou fitas) complementares e antiparalelas, o ácido desoxirribonucléico (DNA). Examinando mais de perto, pode-se ver que o DNA contém uma sucessão de quatro tipos ▶



Figura 1. Do DNA à proteína: no núcleo, o DNA é transcrito para RNA pré-mensageiro. Este, com o processamento (em várias etapas), torna-se um RNA mensageiro maduro, molécula transportada para o citoplasma da célula e traduzida para proteínas

diferentes de bases aminadas – adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G) – e que cada gene é formado por uma determinada sequência dessas bases.

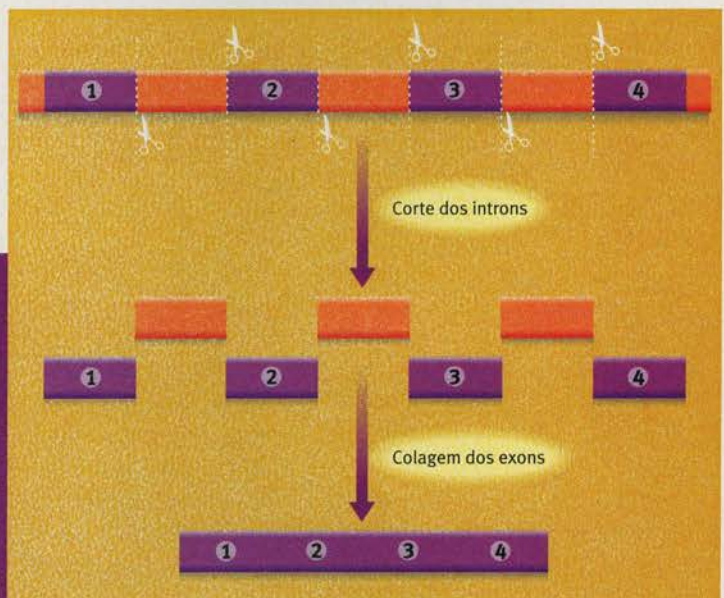
Em uma regra quase geral, essas sequências (ou seja, os genes) incluem alguns segmentos chamados 'exons', com informação que as células usarão na produção de proteínas, e segmentos intercalados, os 'in-

trons', cuja informação será descartada, não sendo usada nesse processo celular.

Para que a informação contida no DNA seja transferida para as diversas funções celulares, essa molécula precisa primeiro ser copiada, em um processo denominado transcrição, que gera uma molécula-irmã, o ácido ribonucléico (RNA) (figura 1). O RNA contém a mesma informação genética presente no DNA, mas difere deste por ter uma só cadeia e por apresentar, no lugar da base timina (T), a uridina (U).

No entanto, o RNA só se torna funcional depois que os introns são retirados, em um processo conhecido como *splicing* (esse é o termo usado internacionalmente,

Figura 2. No processo de *splicing*, fatores específicos (representados por tesouras) reconhecem os sítios de corte do DNA, eliminando os introns (partes sem informação gênica – em laranja) e colando os exons (partes com informação gênica – em roxo) adjacentes, formando a fita de RNA mensageiro



que pode ser traduzido, em português, por 'cortar e ligar'). O *splicing*, um dos fenômenos biológicos mais conservados ao longo da evolução, está presente em praticamente todos os seres vivos com núcleo (eucariontes). É um mecanismo altamente complexo e estruturado, que envolve a ligação, ao RNA, de uma série de componentes celulares. Em uma explicação simplificada, pode-se dividir o *splicing* em duas etapas: a retirada dos introns e a ligação dos exons (figura 2).

Ainda se sabe pouco sobre a verdadeira função dos introns, mas já se conhece bastante sobre como essas sequências são retiradas da molécula de RNA. Uma das etapas-chave no processo é o reconhecimento preciso das junções entre os introns e os exons (os sítios de *splicing* 5' e 3'). Isso é possível porque, perto dessas junções, existem sequências altamente conservadas (sequências 'consenso') que servem como sítios de união para componentes celulares responsáveis pelo processo de *splicing*.

Existem ainda, nas proximidades das junções, regiões ricas em pirimidinas (as bases citosina e uridina), que atuam como sítio de união para o fator de *splicing* U2AF, essencial para o reconhecimento do extremo 3' do intron, e uma região batizada de *branch site*, onde o extremo 5' livre do intron, uma vez cortado, irá se unir (figura 3), formando uma estrutura circular. Foi demonstrado já há alguns anos que um complexo de proteína-RNA denominado U1 reconhece o extremo 5' do intron, e promove o corte (junto com outros fatores celulares), mas só em 1999 os biólogos moleculares Diego Zorio e Tom Blumenthal desvendaram como o extremo 3' é reconhecido. Em artigo publicado na revista *Nature*, eles demonstraram que uma proteína celular, a

	Mamíferos	Levedura
Consenso do sítio de <i>splicing</i> 5'	AG/GURAGU	AG/GUAUGU
Consenso do sítio de <i>splicing</i> 3'	YAG/G	CAG/G
Branch site	YNYURAC	UACUAC
Região rica em pirimidina	Presente	Presente

Figura 3. Nas junções exon-intron (barras entre as bases), existem seqüências mais conservadas, chamadas de 'consenso' (bases sublinhadas), que servem de sítios de união para componentes celulares que atuam no processo de *splicing*. As bases são adenina (A), guanina (G), citosina (C) e uradina (U). Nas seqüências, a letra 'R' indica uma purina (A ou G), a letra 'Y' indica uma pirimidina (C ou U) e a letra 'N' indica qualquer uma das quatro bases (variações possíveis no DNA)

U2AF, reconhece a seqüência situada no sítio 3' do intron e dá início ao processo de retirada desse intron.

Retirados os segmentos 'extras', os exons são ligados uns aos outros e o RNA, agora chamado de RNA mensageiro (mRNA), torna-se funcional, ou seja, pode ser traduzido por organelas celulares denominadas ribossomos. No processo de tradução, a ordem dos exons no mRNA serve como modelo para a montagem, nos ribossomos, das moléculas essenciais para nossa existência: as proteínas.

Vital para a sobrevivência da maior parte dos organismos existentes na Terra, o processo de *splicing* apresenta muitas variações (mecanismos alternativos), tanto nas formas de reconhecimento dos sítios de corte, para a retirada dos introns, quanto na escolha dos exons que serão ligados.

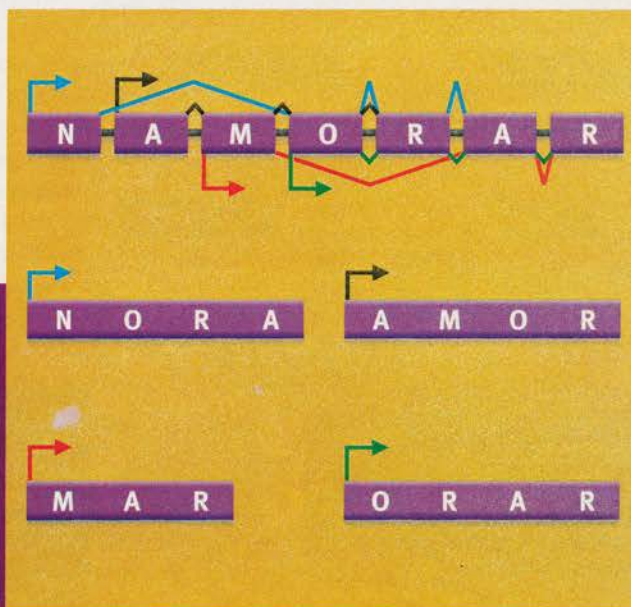
um RNA mensageiro funcional, capaz de ser traduzido em uma proteína. À medida que mais e mais genes foram seqüenciados e analisados, percebeu-se que um número substancial deles originava mais de um tipo de mRNA. Mesmo produzidos a partir do mesmo gene, esses mRNAs podem conter diferenças na seqüência de bases que será traduzida pelos ribossomos, possibilitando a montagem de proteínas distintas, com funções também distintas e algumas vezes até antagônicas.

Como um mesmo gene pode originar diferentes mRNAs? A resposta está em um processo denominado *splicing* alternativo. Como em um jogo de palavras, onde cada exon seria uma letra, o processo permite realizar variadas combinações de exons para formar diferentes palavras (figura 4). Isso é possível porque cada exon contém a informação necessária para produzir uma parte da proteína. Além das combinações de exons, o corte dos exons em diferentes sítios também pode gerar diferenças

Quebra-cabeças de exons

Por muitos anos o processamento do RNA foi visto apenas como um mecanismo inventado pela célula para se livrar dos introns, unir os exons e produzir assim

Figura 4. O *splicing* alternativo gera distintos RNA mensageiros a partir de um mesmo gene. A informação contida na palavra NAMORAR (que representa um gene) permite gerar outras palavras com diferentes sentidos, dependendo da 'escolha' das letras (ou dos exons, no caso dos genes): NORA ('escolha' em azul), AMOR (em preto), MAR (em vermelho) e ORAR (em verde)



nos mRNAs (figura 5). Cada exon, ou grupo de exons, de um gene pode ainda ser o alvo, ao mesmo tempo, de diferentes estratégias de *splicing* alternativo, gerando números de mRNAs que podem chegar a dezenas ou centenas.

Padrões complexos de *splicing* são comuns, por exemplo, no sistema nervoso, principalmente em processos eletrofisiológicos. Verdadeiros quebra-cabeças de exons são usados para gerar grande número de proteínas, chegando, em certos casos, até a algumas centenas. Isso permite criar uma espécie de sintonia fina, o que é necessário em mecanismos como o da audição, no qual é necessário captar e interpretar todo tipo de sons, com diferentes frequências de onda.

Um gene-chave nesse mecanismo é chamado de *Slo*. Esse gene, conservado ao longo da evolução, pode ser expresso em distintas células do sistema nervoso, como as células capilares do ouvido interno. Tais células contêm distintas formas da proteína *Slo*, organizadas em uma espécie de escala. Cada forma assumida pela proteína pode ser comparada a uma tecla ou corda de um instrumento musical, capaz de produzir um som único, distinto dos produzidos pelas demais. Nas células capilares, cada grupo de células tem a função não de produzir, mas de captar um determinado som (uma certa frequência de onda). As variações celulares que permitem ao ouvido captar sons de diferentes tipos são produzidas graças às inúmeras formas da proteína *Slo* geradas por *splicing* alternativo – um total de 576 possíveis combinações!

O controle do processo de *splicing* alternativo é complexo. Inibir ou ativar um sítio de *splicing*, saltar ou introduzir um ou mais exons e decidir a eliminação ou não de um intron são tarefas para os reguladores de *splicing*. Tais reguladores são proteínas que se unem ao RNA em posições-chave e atuam de maneira positiva (escolhendo um sítio de *splice* e não outro, por exemplo) ou negativa (bloqueando um sítio de *splice* para evitar que um exon faça parte do mRNA).

Ligando e desligando genes

Cada célula reflete o padrão de expressão de seus genes. Assim, esse padrão é diferente, por exemplo, em uma célula do fígado e em uma célula muscular. Certos genes ativos (ou seja, produzindo proteínas) em uma célula hepática podem estar 'desligados' em uma célula muscular e vice-versa. Entre os vários processos celulares existentes que permitem 'ligar' e 'desligar' genes está o *splicing* alternativo. Durante o *splicing* do RNA, um exon que contém a informação para a montagem de uma região importante de uma proteína pode ser excluído, ou um exon que contém um sinal de parada de tradução pode ser introduzido. Nos dois casos, é gerada uma proteína não-fun-

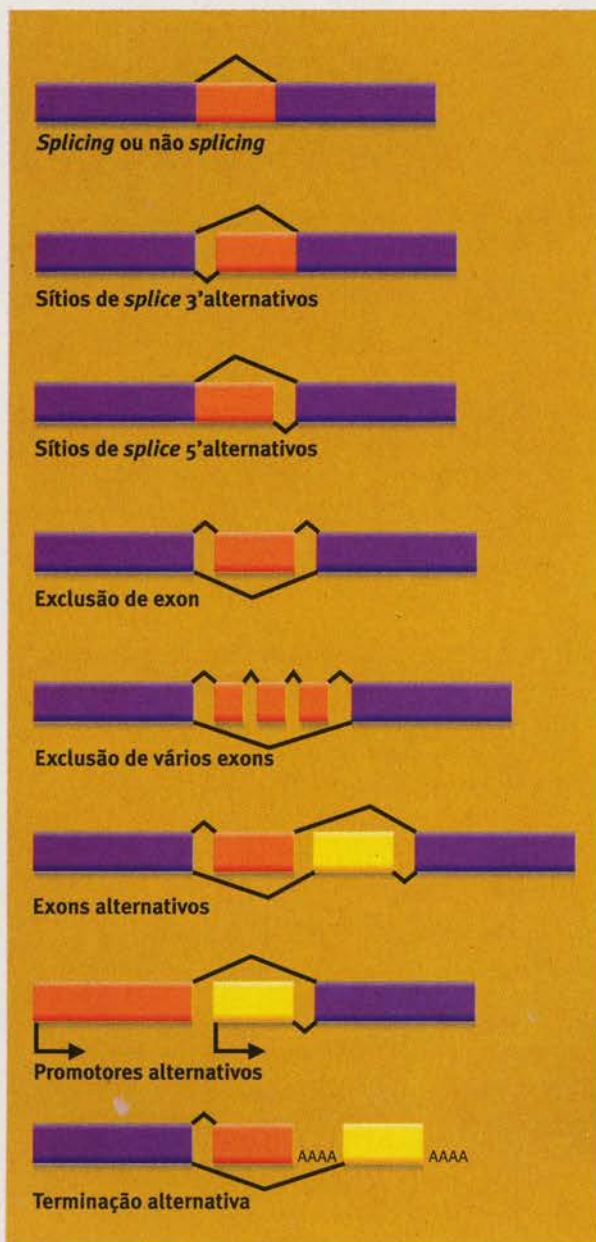


Figura 5. No *splicing* alternativo, os exons (retângulos) podem ser unidos de maneiras diferentes, e essa ampla diversidade de escolhas pode originar produtos distintos, que por sua vez darão origem a proteínas distintas

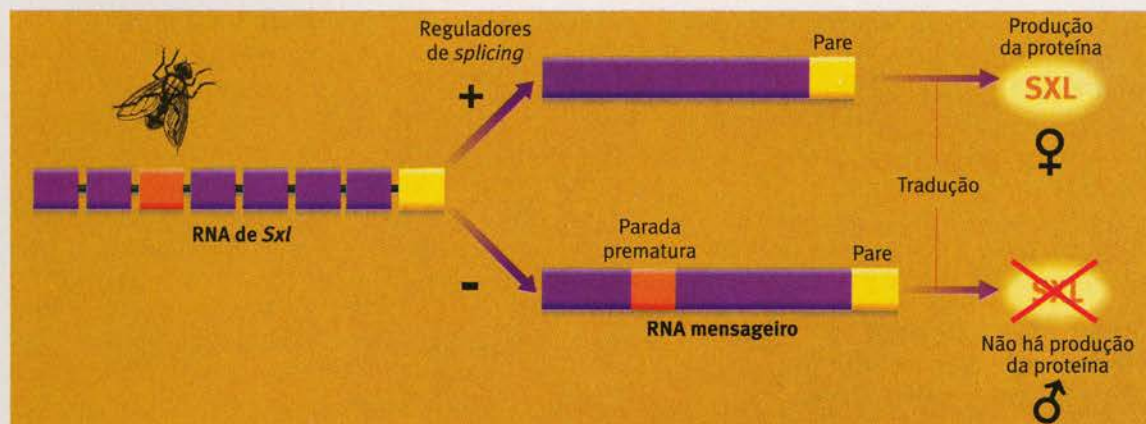


Figura 6. Regulação do gene *Sex-lethal* (*Sxl*) em *Drosophila melanogaster* por *splicing* alternativo: se reguladores de *splicing* eliminarem um exon (em laranja) que contém um sinal de parada prematura na tradução, a proteína *Sxl* é produzida e a mosca será uma fêmea; se esse exon não é excluído, a mosca será um macho

cional ou um produto truncado. Em outras palavras, o gene é 'desligado'.

Esse processo pode ser exemplificado com o gene *Sex-lethal* (*Sxl*) de *Drosophila melanogaster*, a popular mosca-das-frutas (figura 6). Esse gene controla, no inseto, processos como o comportamento e a determinação sexuais. É ele que decide se uma mosca será macho ou fêmea, regulando, por exemplo, a expressão de genes vinculados à diferenciação de estruturas sexuais. Indivíduos que produzem a proteína *Sex-lethal* se tornarão fêmeas, e os que não o fazem se tornarão machos.

A expressão dessa proteína é controlada através de *splicing*. Assim, durante o processamento, é incluído no RNA dos machos um exon contendo um sinal de parada de tradução. Isso leva à produção de uma proteína *Sex-lethal* menor e não-funcional. Já nas fêmeas, a presença de reguladores de *splicing* específicos fará com que esse exon seja excluído do mRNA final, eliminando o sinal de parada de tradução e permitindo a produção da proteína *Sex-lethal* funcional.

Splicing, doenças genéticas e câncer

Como o *splicing* é um processo complexo, com regulação fina, a mutação de um simples nucleotídeo (uma das letras do DNA) situado em um sítio de reconhecimento da junção exon-intron ou em um elemento regulador pode causar um erro no processo e gerar um produto aberrante. Muitas vezes, isso significa a inativação do gene.

As consequências da inativação de fatores de *splicing* por mutações ou deleções podem ser graves. Estima-se hoje que erros no processo de *splicing* causem 10% das doenças genéticas. Entre elas podem ser citadas a doença de Menkes, a tirosinemia hereditária, a porfiria intermitente, a doença de Sandhoff e a atrofia muscular espinal. A última é a

principal causa de mortalidade infantil em países do Primeiro Mundo. Essa atrofia ocorre quando há mutação em um gene chamado *survival of motor neurons* (*SMN*), indispensável para a montagem de alguns dos componentes (fatores) envolvidos no processo de *splicing*.

Produtos aberrantes também podem ser gerados quando fatores que participam do processo de *splicing* são ativados ou desativados por modificações químicas, ou quando há mudanças na concentração celular dos mesmos. É o caso, por exemplo, do gene *CD-44*, relacionado com adesão celular. A expressão incorreta (ou seja, *splicing* incorreto) desse gene está relacionada com o surgimento de certos tumores.

A biologia molecular do novo milênio vai criar ferramentas capazes de corrigir seqüências que afetam padrões de *splicing*. Também será possível expressar, inativar ou mudar a concentração de reguladores, permitindo reparar genes afetados por deleções, como no caso da distrofia muscular progressiva. Nessa direção, vários testes têm sido feitos com células em cultura e modelos experimentais. Resultados promissores têm sido alcançados com RNA anti-sentido, uma pequena molécula cuja seqüência de bases é complementar à do RNA. Essa molécula é capaz de se unir ao RNA e interferir com a escolha dos sítios de *splicing*. No entanto, ainda estamos longe de prever quando essa tecnologia estará pronta para ser utilizada no ser humano. ■

Sugestões para leitura

- ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. e WATSON, J. D. *Biologia molecular da célula*, Porto Alegre, ed. ArtMed, 1997.
- ZAHA, A. *Biologia molecular básica*, Porto Alegre, ed. Mercado Aberto, 1996.
- ZORIO, D. A. R. & BLUMENTHAL, T. 'Both subunits of U2AF recognize the 3' splice site in *Caenorhabditis elegans*', in *Nature*, v. 402, p. 835, 1999.

IMUNOLOGIA Teoria da seleção clonal, proposta em 1957, lançou paradigma que persiste até hoje

Próprio e estranho: é essa a questão?

Vivian M. Rumjanek

Departamento de Bioquímica Médica,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

As principais noções sobre imunidade datam de antes da era cristã. Durante as epidemias, alguns indivíduos não só se curavam e sobreviviam, como não se infectavam novamente. As primeiras explicações apresentavam um viés religioso: as epidemias seriam castigos dos deuses, e os que sobreviviam haviam pecado menos e, por isso, já tinham sofrido o castigo merecido.

Passaram-se muitos séculos até que ocorresse uma mudança nesse comportamento. Só a partir do século 18 o fenômeno da imunidade começou a ser utilizado no Ocidente na prevenção de doenças. Classicamente, a imunologia tem início com a vacina contra a varíola, desenvolvida em 1798 pelo médico inglês Edward Jenner (1749-1823). Como os agentes infecciosos não eram conhecidos, a produção de novas vacinas só voltou a ocorrer no final do século 19, após a demonstração do químico francês Louis Pasteur (1822-1895) de que as doenças poderiam ser produzidas por microrganismos. Nessa época, várias vacinas foram produzidas pelos grupos de Pasteur, na França, e do médico alemão H.H. Robert Koch (1843-1910), na Alemanha. Também foram

identificadas substâncias – anticorpos, hoje conhecidos como imunoglobulinas – no soro de animais vacinados, capazes de proteger contra doenças.

A abordagem do fim do século 19 era bastante pragmática: buscava-se a prevenção das doenças, através de vacinas, e a cura, através de soros contendo anticorpos. Poucos preocupavam-se em questionar como era possível pro-

duzir anticorpos contra substâncias tão diversas ou por que os anticorpos não destruíam o próprio corpo. Uma das exceções foi o bacteriologista alemão Paul Ehrlich (1854-1915), do grupo de Koch, que, além de contribuir para o conhecimento científico com inúmeros trabalhos, propôs em 1900 a teoria das 'cadeias laterais'.

Ehrlich via os anticorpos não como algo restrito ao sistema imune (ou a um sistema de defesa), mas como parte de um sistema fisiológico mais amplo de receptores celulares. Esses receptores – substâncias presentes na superfície da células – serviriam a uma função fisiológica e, "por acaso", devido a sua estrutura química, seriam capazes de se ligar a determinados antígenos como, por exemplo, as toxinas bacterianas. Essa união levaria a uma perda de função e a uma produção exacerbada dessas substâncias que seriam secretadas. Os anticorpos nada mais seriam que 'cadeias laterais' correndo livremente no sangue.

Segundo Ehrlich, os anticorpos formados poderiam interagir com o organismo e daí, teoricamente, resultariam também interações deletérias. Para explicar por que não ocorriam interações destrutivas, produzidas por auto-anticorpos, Ehrlich sugeriu o *horror autotoxicus*, princípio segundo o qual o organismo teria maneiras de prevenir os auto-anticorpos de reagir de forma lesiva contra ele. De alguma forma, o *horror autotoxicus* de Ehrlich foi durante muitos anos interpretado como uma impossibilidade de o organismo produzir auto-anticorpos, o que dificultou a compreensão das chamadas doenças auto-imunes.

No entanto, a grande dúvida se referia à origem dos anticorpos. A aceitação das cadeias laterais de Ehrlich era dificultada pela possibilidade de que tantas especificidades diferentes pudessem ser produzidas por um indivíduo. Para superar esse problema, foi proposta uma série de teorias sobre a formação de anticorpos. Um grande número delas baseava-se em

**No fim do século 19,
poucos preocupavam-se
em questionar como
era possível produzir
anticorpos contra substâncias
tão diversas ou por que
os anticorpos não
destruíam o próprio
corpo**

proposições instrutivas de que o antígeno serviria de molde para os anticorpos. Uma variação importante dessas idéias foi a formulada pelo imunologista anglo-dinamarquês Niels K. Jerne (1911-1994).

Em 1955, mais de meio século depois de Ehrlich, Jerne voltou a sugerir que todas as especificidades das imunoglobulinas eram originalmente constitutivas, tendo sido produzidas por algum mecanismo celular que envolveria uma geração randômica de receptores únicos para determinados antígenos. Essas imunoglobulinas secretadas (que corresponderiam aos anticorpos naturais) seriam então selecionadas pelos antígenos capazes de se ligar às mesmas. A função do antígeno seria a de funcionar como um carreador seletivo dos anticorpos (que já estariam secretados e circulando espontaneamente) e esse complexo antígeno-anticorpo seria capaz de transferir a informação estrutural da imunoglobulina para células linfóides com especificidade irrestrita. Essas células então passariam a produzir grande quantidade dessa imunoglobulina. No entanto, assim como as teorias instrutivistas, a teoria de Jerne tornou-se insustentável com o conhecimento

que estava surgindo na época sobre o DNA como material genético e o processo de síntese protéica.

Em 1957, um trabalho mudaria o entendimento de como a entrada de substâncias estranhas (antígenos) no organismo resulta na produção de anticorpos específicos que se ligam ao invasor para neutralizá-lo. Proposta pelo imunologista australiano Sir Frank Macfarlane Burnet (1899-1985), a Teoria da Seleção Clonal sugeria a existência de uma seleção, como proposto por Jerne, não de imunoglobulinas circulantes, mas de células capazes de produzir essas imunoglobulinas. Para isso, Burnet postulou uma clonalidade das células que reagiriam com um determinado antígeno, isto é, cada clone teria uma determinada especificidade que poderia ser selecionada positivamente pelo antígeno, gerando anticorpos, ou negativamente, levando à destruição daquele clone de células, caso reagissem com material próprio. Nem o próprio Ehrlich quando propôs o *horror autotoxicus* imaginou que não existissem clones reativos. A teoria de Burnet criou um dos grandes paradigmas da imunologia: a dicotomia *self* e *nonself* (próprio e estranho) que persiste até hoje. ■

A teoria burnetiana hoje

Nelson Monteiro Vaz

Departamento de Bioquímica e Imunologia,
Universidade Federal de Minas Gerais

Como muitas outras áreas da biologia, a imunologia também está à espera de uma iminente revolução científica – nos moldes propostos em 1965 pelo filósofo e historiador da ciência norte-americano Thomas Kuhn (1922-1996) – que adote um novo paradigma. Difícil imaginar como ele será, mas podemos sugerir formas de visualizar o modelo burnetiano atual, mesmo tendo poucas chances de sucesso, pois paradigmas são invisíveis aos praticantes da ciência ‘normal’ e só mostram seus contornos em épocas de crise. Mas, creio eu, vivemos uma dessas épocas.

Feita há 50 anos e sem nenhuma indicação prévia, a previsão de Burnet de que os receptores usados pelos linfócitos são expressos clonalmente – um tipo

de receptor em cada célula – foi profética. O lema “uma célula, um anticorpo” descreve um aspecto fundamental da atividade imunológica que resistiu intacto a décadas de pesquisa. Alguns outros tipos celulares também se diversificam amplamente ou obtêm resultados análogos por edição do RNA (ácido ribonucleico), um mecanismo capaz de gerar centenas de proteínas diferentes a partir de uma só transcrição.

No entanto, mais que pela expressão clonal, o paradigma burnetiano é mais propriamente representado pela proposta de discriminação *self/nonself*, quando sugere que o organismo consegue separar materiais próprios de estranhos, ignorar os próprios (autocomponentes) e reagir (rejeitar) aos estranhos. ▶

A despeito de todos esses golpes, o modelo burnetiano e a separação *self and nonself* permanecem intactos e influentes. Por que esse cadáver teórico, caindo aos pedaços, se mantém de pé, orientando a pesquisa e o ensino da imunologia?

Claro, a imunologia nasceu com base na crença de que o corpo se defende de materiais estranhos – isso está na base do uso de vacinas, que antecede todas as teorias imunológicas. Mas Burnet introduziu o conceito de “tolerância ao *self*”, a idéia de que o sistema imune precisa ignorar o corpo do qual é um componente, sob pena de destruí-lo (rejeitá-lo) em reações auto-imunes.

Pobre de modelos teóricos, a medicina logo abraçou e consagrou essa idéia. Hoje, falar contra a idéia de doenças auto-imunes é uma blasfêmia. No entanto, como sugeriu o pediatra austríaco Clements von Pirquet (1874-1929), ao caracterizar a chamada doença do soro, os próprios mecanismos imunológicos (de defesa) participam da patogenia das infecções. Muitas vezes, as lesões aos tecidos derivam mais de reações do próprio corpo que de ações diretas dos seus invasores. Mas nem por isso esses aspectos das infecções são vistos como formas de agressão auto-imune.

Além disso, ao parear a indiscutível expressão clonal de receptores com a exigência, muito discutível, de que os linfócitos ignorem o organismo sob pena de agressões auto-imunes, Burnet bloqueou a possibilidade de qualquer descrição de um sistema imune. Para ele, havia apenas a mera acumulação de linfócitos capazes de reagir cada qual a um dado material estranho. Proibidos de reagir ao *self*, os linfócitos não poderiam reagir uns com os outros; nem mesmo a interação entre linfócitos B e linfócitos T (então desconhecidos) foi prevista na teoria original. Negada a possibilidade de se articularem entre si, os linfócitos agiriam isoladamente. Estava assim proibida a formulação de uma organização (interlinfocitária, supraclonal) para o sistema imune.

Nessas últimas décadas de pesquisa, tudo isso foi por água abaixo. Não existe “tolerância ao *self*” no sentido burnetiano. Os linfócitos T são gerados no timo ao reagirem com peptídeos pareados a proteínas especiais da membrana (produtos de genes conhecidos por MHC) que pertencem ao *self* e, portanto, são todos auto-reativos. A grande maioria das imunoglobulinas naturais são também auto-reativas, sendo que as imunoglobulinas M (IgM) mantêm padrões constantes que não são sequer afetados por exposição a antígenos. Animais tolerantes a transplantes alogênicos estão repletos de linfócitos ativados que reagem ao transplante, embora não o rejeitem.

A despeito de todos esses golpes, o modelo burnetiano

e a separação *self and nonself* permanecem intactos e influentes. Por que esse cadáver teórico, caindo aos pedaços, se mantém de pé, orientando a pesquisa e o ensino da imunologia? Segundo Kuhn, porque, como em qualquer revolução paradigmática, as mudanças na imunologia requerem a montagem do novo paradigma antes que seja possível abandonar o antigo. E por que é tão difícil montar esse novo paradigma?

Não sei, mas posso conjecturar. Com a teoria clonal, Burnet aproximou a imunologia do neodarwinismo, sugerindo que os elementos centrais da seleção natural (diversificação ao acaso + seleção) estavam presentes na geração dos linfócitos de cada organismo. Com isso, a imunologia passou a validar – e a ser validada por – a teoria evolutiva que domina atualmente a biologia. Assim, rejeitar a teoria clonal representa unir a imunologia às correntes que contestam o neodarwinismo e, eventualmente, usá-la como argumento contrário a ele. Isso é muito mais sério, longo e complicado que uma mera substituição de teorias.

Por isso, acredito que o novo paradigma será muito mais abrangente que o atual e estará muito mais relacionado a outras áreas da biologia, como a biologia do desenvolvimento e a evolutiva, sendo mais difícil de entender e aceitar. Um sintoma dessa mudança é a importância agora atribuída a múltiplos mecanismos ainda conhecidos como de ‘imunidade inata’. Há muitos elos entre o que se apelida de ‘imunidade adaptativa’. A ‘imunidade inata’ representa todo o resto do organismo e a maioria dos animais vive muito bem sem linfócitos. Mesmo vertebrados primitivos, como as lampréias (*Agnatha*), são totalmente desprovidos de um sistema imune.

Áreas interdisciplinares hoje totalmente afastadas da imunologia, como as chamadas ciências cognitivas, serão associadas ao novo paradigma imunológico. Finalmente, o ‘reconhecimento específico’ e ‘memória imunológica’ serão definidos em sua dinâmica estrutural e deixarão de ser tratados apenas de maneira metafórica. Haverá propostas sobre a organização de módulos supraclonais e sobre a organização global (o ‘fechamento’) do sistema imune. Isso explicará, por exemplo, as regularidades registradas na formação de imunoglobulinas naturais e nos padrões de migração de linfócitos gama-delta a partir do timo. Úteis na compreensão do desenvolvimento de todo o organismo, as ferramentas conceituais disponíveis na inteligência artificial e na robótica serão utilizadas para descrever a geração da organização do sistema imune como um processo ‘robusto’. Assim como as demais áreas da biologia, a imunologia será beneficiada pela modernização da teoria evolutiva com a substituição dos modelos reducionistas do neodarwinismo por novos conceitos gerados em áreas interdisciplinares. Vale a pena esperar para ver. ■



Micrasterias rotata
(desmídia unicelular)

BOTÂNICA Pesquisadores fazem levantamento de espécies do estado de São Paulo

O mapa das algas

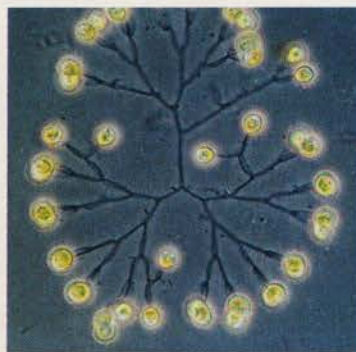
Até 2003, pesquisadores do Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo terão concluído um amplo levantamento da flora de algas de São Paulo. Desde que começou o estudo, há cerca de 40 anos, até agora, foram encontradas cerca de 500 espécies de algas desconhecidas no estado, sendo que 40 delas não foram observadas em nenhum outro lugar do mundo. “A expectativa é de que o número de espécies chegue a 5 mil, quase o dobro das 2.642 conhecidas atualmente”, antecipa o biólogo Carlos Bicudo, coordenador do estudo que irá coletar, identificar, classificar e determinar a localização dessas algas.

A pesquisa será utilizada principalmente no monitoramento da qualidade da água dos reservatórios de São Paulo a partir do conjunto de algas presentes ou de determinadas espécies. As Cyanophyceae, por exemplo, podem ser encontradas em mananciais muito poluídos, ricos em nitrogênio e fósforo. “Esses nutrientes são fun-

damentais para a vida de todas as algas. O fósforo está relacionado com a produção de ATP (adenosina-trifosfato), a fonte de energia dos seres vivos, enquanto o nitrogênio está presente na composição da clorofila”, explica Bicudo. Porém, nem todas as espécies suportam esses nutrientes em grandes quantidades. “As Bacillariophyceae ou diatomáceas, por exemplo, não toleram ambientes poluídos e sua presença é sinal de água em boas condições”, exemplifica. “Quando as algas encontram condições desfavoráveis, elas podem formar uma parede exterior espessa e densa, feita de celulose ou mucilagem, um composto viscoso. Elas acumulam reserva alimentícia, sedimentam-se e vão para o fundo dos leitos para tentar resistir”, acrescenta o biólogo.

Além de permitir a classificação dos rios e lagos do estado de São Paulo a partir do teor de nutrientes, o estudo irá oferecer alternativas para melhorar as condições da água. “Podemos indicar

o uso de substâncias químicas ou mesmo de algas para sua recuperação”, diz o biólogo. Segundo ele, todo o esgoto do estado da Califórnia, nos Estados Unidos, é tratado com algas associadas a bactérias. “O esgoto industrial ou doméstico é lançado em lagoas onde há espécies que, como as cianofíceas e as clorofíceas, consomem o fósforo e o nitrogênio presentes na água, limpando-a. Por que não seguir o exemplo? Em São Paulo, já existem cerca de 400 lagoas desse tipo”, esclarece.



Dictyosphaerium sp.
(clorofícea unicelular colonial)

Algas bentônicas marinhas expostas pela maré baixa na Praia do Tenório, em Ubatuba (SP)



O mapeamento também poderá ajudar indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos, que utilizam algas em seus produtos. “As fábricas vão saber onde estão determinadas espécies de algas. Em geral, elas importam as espécies que precisam porque não conhecem a quantidade e localização das algas no Brasil”, afirma o biólogo. As algas estão presentes em grande parte dos cosméticos, como loções adstringentes, que removem impurezas da pele. Além disso, espécies de rodofíceas (algas vermelhas), como a *Hypnea*, são utilizadas como conservantes e espessantes de alimentos. “Diretamente, as algas são mais consumidas na culinária oriental. Mas elas estão presentes, por exemplo, no líquido das conservas”, aponta. Ele diz que sua ingestão traz benefícios: “Trata-se de um alimento completo. Elas acumulam iodo, que é fundamental para a tireóide, além

***Hypnea* sp. (rodofícea marinha produtora de carragenano, substância conservante e espessante)**



de serem fontes de vitaminas.”

Apesar das algas terem ampla aplicação, o biólogo considera pequena a possibilidade de haver extração desenfreada em São Paulo quando as espécies do estado tiverem sido mapeadas por completo. “O risco sempre existe, mas estaremos atentos. Afinal, se houver maior exploração de uma espécie em detrimento da outra por seu potencial econômico, ou até o fim de uma espécie de determinada região por coleta, o resultado será o rompimento do equilíbrio ecológico”, explica.

Segundo o pesquisador, o projeto – que conta com a participação de 42 pesquisadores do Brasil e do exterior – é único no país. “Embora estados como o do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Pernambuco tenham profissionais qualificados e estudos interessantes sobre algas, eles não têm um plano organizado nem o financiamento que conseguimos”, compara. A colaboração de especialistas da República Tcheca, do Japão, dos Estados Unidos, da Austrália e da Argentina também tem sido fundamental na identificação e classificação de algumas espécies.

O estudo, que começou nos anos 60 com uma coleção de apenas 200 exemplares, conta hoje com 15 mil amostras de algas marinhas, secas e esticadas em papel, e 3 mil frascos com amostras de água doce, com 50 a 70

espécies de algas cada. “Buscamos amostras em rios de diversos portes, açudes e represas. Já as algas marinhas foram coletadas tanto em praias com costões rochosos quanto em manguezais”, conta o biólogo.

No momento, os pesquisadores concentram-se na etapa mais longa e difícil do levantamento: estudar as amostras. “A partir da literatura nacional e internacional vamos classificá-las ou mesmo batizá-las e descrevê-las, se forem inéditas”, diz Bicudo. Um exemplo das diversas espécies endêmicas do estado de São Paulo é a *Nittella rosamariae*, uma Charophyceae, alga que habita lugares excelentes para a piscicultura. “Os peixes e rãs depositam seus ovos entre elas, que formam uma espécie de bosque dentro d’água”, explica.

No início do projeto, durante a coleta das amostras, os pesquisadores estudaram a bibliografia nacional e internacional sobre o assunto de 1833 (ano de publicação do primeiro estudo sobre algas de São Paulo) a 1999. “Precisávamos saber quantas espécies existiam e suas características para conseguir classificar o que encontrávamos. No total, havia na literatura 2.642 espécies de algas de água doce e salgada, sendo que 2.226 táxons (variedades e formas dentro de uma mesma espécie/nomes científicos diferentes) de água doce, 308 táxons de algas marinhas, além de 108 táxons de Cyanophyceae (algas azuis)”, conta Bicudo. Segundo ele, o número de algas de água doce conhecidas no estado terá o maior crescimento. “O número de táxons das Zygnemaphyceae, por exemplo, deve passar de 1.053 para 1.500 e as 61 Bacillariophyceae devem chegar a 900.”

Mara Figueira
Ciência Hoje/ RJ

SAÚDE Estudo aponta hábitos prejudiciais à saúde entre escolares das redes pública e particular paulistanas

Jovens estudantes mantêm comportamentos de risco

Comportamentos de risco, como consumo de drogas, agressão física e relações sexuais sem proteção, são mais comuns entre jovens em idade escolar do que se imagina. Um estudo conduzido por Beatriz Carlini-Cotrim, Cyntia Gazal-Carvalho e Néelson Gouveia, do Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, mostra que, independentemente da classe social a que pertencem ou do tipo de estabelecimento de ensino que frequentam, os adolescentes – mesmo os de baixa idade – mantêm hábitos prejudiciais à saúde.

O objetivo dos pesquisadores da USP era identificar os riscos mais comuns a que se expõem os estudantes e assim orientar as escolas na adoção de ações de saúde e prevenção mais incisivas. Com uma abordagem diferente de outros levantamentos feitos no país, o estudo incluiu estudantes da rede particular de ensino, vencendo a resistência típica desses estabelecimentos em autorizar pesquisas entre seus alunos. Dessa forma, foi possível envolver jovens da cidade de São Paulo das classes sociais baixa, média e alta.

Participaram do estudo sete

escolas particulares e 10 públicas. Em cada uma delas, os alunos de quatro classes sorteadas, entre a sétima série do ensino fundamental e a terceira do ensino médio, responderam a questionários detalhados. Foram analisados os comportamentos de risco de 1.675 jovens (871 da rede pública e 804 da particular) na faixa etária entre 12 e 18 anos.

Além de confirmarem que os comportamentos de risco estão disseminados entre os estudantes, os dados contrariam a crença muito difundida de que as escolas particulares são 'oásis' de segurança e tranquilidade. "Os dados demonstram que os alunos da rede particular também estão sujeitos a problemas, como o uso de drogas e álcool e comportamentos violentos", diz Beatriz Carlini-Cotrim, coordenadora da pesquisa.

Nas escolas particulares, o porte de armas (brancas ou de fogo) e o envolvimento em brigas com agressão física entre garotos chega a 20,8% e 31,6% respectivamente. Já nas escolas públicas, o porte de armas de fogo atinge 9% dos meninos. Entre as garotas, as tentativas de suicídio são relativamente comuns, atingindo um índice de 12,7% nas escolas pú-

blicas e 8,3% nas particulares.

Por outro lado, com relação ao comportamento sexual, os estudantes do ensino público correm mais riscos: entre os que já tiveram relação sexual completa, 34% não usaram preservativos na última relação, enquanto essa proporção é de apenas 10,4% entre os alunos do ensino particular.

Algumas hipóteses, não excluídas, podem explicar o fenômeno, segundo a pesquisadora. Entre elas, estariam os custos muitas vezes proibitivos dos preservativos para os estudantes de baixa renda, aliados a uma educação menos eficiente oferecida pela escola pública, sobretudo na área de orientação sexual, e o maior acesso à informação (através de jornais, revistas, debates etc.) dos jovens de maior renda.

"Para promover o uso do preservativo entre os estudantes das escolas públicas, é importante que os programas de educação para a saúde abordem o tema sob a ótica do público-alvo, ou seja, falem de sexo a partir dos valores e práticas dos adolescentes e não dos valores de adultos de classe média", recomenda Carlini-Cotrim. "Só assim os programas serão mais bem-sucedidos", avalia.



Outra condição necessária para que se promovam mudanças comportamentais entre os jovens seria “criar e valorizar espaços para a participação do jovem, através de atividades interativas que combinem a discussão dos ‘porquês’, com a orientação do ‘como’”. “Quando se discute a importância de ter relações sexuais somente quando se tem um preservativo, é preciso combinar essa discussão com orientações de como obter preservativos ou como gentilmente recusar o sexo com um(a) parceiro(a) desprotegido(a)”, exemplifica a pesquisadora.

Com relação ao consumo de drogas, os alunos da rede particular correm mais riscos. A incidência do uso de maconha, em 12 meses, foi de 4,3% nas escolas públicas contra 22,2% nas particulares. O uso de inalantes foi relatado por 8,7% dos estudantes da rede pública e 20,2% dos alunos da rede particular de ensino. Da mesma maneira, os jovens das escolas particulares disseram consumir mais álcool e tabaco.

Entre os fatores que contribuem para esse quadro, Carlini-Cotrim destaca o maior poder aquisitivo dos estudantes da rede privada, o que possibilita um consumo maior de todo tipo de mercadorias e serviços, inclusive de drogas. O outro relaciona-se ao fato de a rede estadual de ensino ser freqüentada por jovens de baixa renda que conseguiram permanecer em um sistema de ensino “excludente”. “Em geral, há pouca tolerância e nenhuma intenção educativa em relação a comportamentos julgados inadequados na rede pública”, avalia a pesquisadora, “enquanto nas escolas particulares, a tolerância a comportamentos de risco é maior, em parte pela própria ‘lógica de mercado’ que permeia a educação privada no país”.

Teo Araujo
Ciência Hoje/SP

OCEANOGRAFIA Estudo desenvolve nova técnica para monitorar a erosão de praias do litoral do país

Ameaça na costa brasileira

O aquecimento global tem promovido o degelo das calotas polares e o aumento do nível do mar, provocando o recuo da linha da costa e a erosão de praias, baías, manguezais, lagoas e lagunas. Normalmente, a erosão costeira não chega a prejudicar o equilíbrio ecológico porque as alterações ocorrem gradativamente, em dezenas de milhares de anos. Mas, segundo previsões científicas da Organização das Nações Unidas (ONU), no próximo século, o nível dos oceanos terá uma elevação média de 0,5 m a 1 m, o que deve ampliar significativamente os processos erosivos que desgastam o litoral. Para investigar e propor soluções para a erosão costeira, o Grupo de Pesquisa em Oceanografia Geológica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), coordenado pelo oceanógrafo Marcelo Sperle Dias, professor do Departamento de Oceanografia e Hidrologia, começou a monitorar, em 1997, sete praias da Ilha Grande, em Angra dos Reis.

Nessa região, que abriga o Centro de Estudos e Desenvolvimento Sustentável (Ceads) da Uerj, instalado na praia de Dois Rios, é possível analisar diversos tipos de praias reunidas em uma pequena área. Segundo Sperle, na Ilha Grande encontram-se as três classificações clássicas de praias: dissipativas, que são mais planas (pequena inclinação), com areia fina e cujas ondas quebram formando a chamada zona de surfe (faixa de espuma próxima à praia); refletivas, cujo terreno é mais in-



Na praia de Lopes Mendes, a erosão chegou a deixar a vegetação totalmente exposta

clinado, com um tamanho de grão de areia médio a grosso e ondas cheias (não quebram tão fortemente); e intermediárias, que alternam as características das anteriores de acordo com as estações do ano. “As praias dissipativas são as que sofrem mais a ação da erosão, pois a energia hidrodinâmica (efeito das ondas, marés e correntes marítimas) sobre elas é maior”, diz o pesquisador.

Os efeitos mais visíveis da erosão nas praias ocorrem quando o mar ultrapassa o limite da praia com o continente (a berma primária) e atinge a vegetação, deixando suas raízes expostas e provocando, inclusive, a queda de árvores. Em alguns casos, o mar chega a atingir as construções, que ficam sem sustentação e podem

FOTOS CEDIADAS POR MARCELO SPERLE

cair. “O caso mais crítico observado até agora é o da praia de Lopes Mendes, na Ilha Grande, onde a berma recuou 1 m em apenas quatro anos”, conta o oceanógrafo.

O trabalho de monitoramento começa com o estudo das características das praias, como topografia (inclinação), granulometria (tamanho dos grãos de areia) e energia hidrodinâmica, que é feito por meio de aparelhos de precisão e análise do material coletado. Em seguida, é necessário levantar informações sobre a variação de sedimentos em diversos pontos da areia e o fluxo de água da zona de surfe, devido à ação das ondas, marés e correntes litorâneas.

Para controlar a variação da altura do sedimento, é usada uma técnica de mapeamento pioneira, desenvolvida pelo próprio grupo. O método consiste na instalação de três tubos graduados em centímetros, dispostos em diversos pontos da areia da praia. A variação dos sedimentos (areias) é verificada em curtos períodos de tempo para a elaboração de um

mapa. “Alguns trechos da praia perdem sedimento enquanto outros ganham, indicando que houve transporte. Quando há mais perdas do que ganhos, constatamos a erosão”, explica Sperle. Essa técnica, de baixo custo e grande eficiência, permite que as praias sejam estudadas em diversas condições oceanográficas (frentes frias, lua cheia, ventos fortes e fracos etc.) e os resultados do grau de erosão podem ser obtidos em menos de um ano. “As técnicas clássicas que acompanham a variação sazonal da morfologia (forma) da costa ao longo dos anos são importantes, mas podem levar muitos anos para mostrar o comportamento do local”, compara.

Já a análise da ação das ondas, marés e correntes na zona de surfe é feita através do método lagrangeano, onde uma bóia de deriva é lançada no mar e um observador mede, de um ponto fixo, o tempo levado para percorrer uma distância determinada, indicando a velocidade da corrente. Tam-

bém são utilizados medidores de fluxo, formados por três esferas, de gesso ou pedra-sabão, entre outros materiais, dispostas em posições diferentes. Por meio da observação do desgaste do material, verifica-se a intensidade, a direção e o sentido do fluxo, para determinar a energia predominante (marés, correntes, ondas) na praia.

Todos os dados obtidos pelos pesquisadores, levando em conta o horário e o local das análises feitas, são transformados através de uma equação matemática em dados relacionados à frequência do fenômeno estudado. Essas informações permitem a identificação do fenômeno que provocou a erosão. “Isso é possível por causa dos diferentes comprimentos de onda: o das marés, por exemplo, é maior que o das ondas e o das correntes”, exemplifica o pesquisador.

Para agilizar o monitoramento, o grupo faz medições em duas ou mais praias ao mesmo tempo em

**Recuo da linha da costa
na praia de Lopes Mendes**



Baía da Ilha Grande

Localização das sete praias selecionadas para estudo na Ilha Grande (RJ)



várias condições oceanográficas diferentes. Depois, por meio de técnicas matemáticas, calcula-se a chamada “função de transferência” entre as praias, ou seja, a relação do que acontece em cada uma no mesmo momento. A partir da função de transferência, o grupo pode monitorar apenas uma das praias e, depois, fazer previ-

sões do que acontecerá nas outras. “Quanto maior a variedade de situações estudadas, mais precisa é a previsão”, completa Sperle.

Desde 1999, os pesquisadores começaram simultaneamente a monitorar praias das zonas Sul e Oeste da cidade do Rio de Janeiro, onde já se verificam processos de grande transporte de areias, como as praias do Arpoador, de Copacabana (Postos 5 e 6), de Ipanema (Posto 9), da Barra da Tijuca (via

11 e reserva), Recreio dos Bandeirantes e a Prainha. Com os resultados do trabalho, apoiados pela Faperj, CNPq e Ceads, os pesquisadores pretendem entender melhor a inter-relação entre a hidrodinâmica e o transporte dos sedimentos – tanto no curto quanto no longo prazo – e propor soluções para minimizar a erosão costeira.

É possível acrescentar grãos de areia maiores (aumento da granulometria) – alternativa utilizada na praia de Copacabana em 1960 –, alargar a faixa de areia da praia e modificar seu perfil (inclinação). “Em último caso, após estudos oceanográficos científicos, pode-se recorrer a obras de engenharia costeira, como os quebra-mares, por exemplo, para absorver o impacto das ondas. Como historicamente as zonas litorâneas concentram grande parte do capital e das atividades humanas, o monitoramento da erosão costeira deve orientar cada vez mais o investimento imobiliário na região, de grande importância para a economia mundial”, explica o professor.

Marcas da erosão na praia Preta provocada pelo encontro do mar com o rio



Thaís Fernandes
Ciência Hoje/RJ

COMPUTAÇÃO Pesquisadores da UFMG desenvolvem protótipo de computador popular

Um PC mais democrático

O Brasil pode estar dando um grande passo rumo à democratização da internet. Pesquisadores do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolveram o protótipo de um computador que custa em média 50% menos que o modelo mais barato do mercado e é ideal para uso em escolas, hospitais, empresas e repartições públicas. Simples e eficiente, o projeto, coordenado pelo professor Sérgio Vale Aguiar Campos, foi aprovado em dezembro do ano passado pelo Conselho Gestor da Internet, do Ministério da Ciência e Tecnologia, e desenvolvido em apenas um mês.

Ao contrário dos demais PCs, o computador popular não possui entradas para disquete e CD Rom. Também não tem disco rígido, que, entre outras funções, é responsável pela memória permanente da máquina. No modelo desenvolvido pelos pesquisadores, o disco rígido é substituído por um sistema de *chips* denominado memória Flash, capaz de armazenar o navegador de internet

e outros programas. O protótipo foi desenvolvido levando em conta que a grande maioria das pessoas utiliza uma percentagem mínima dos recursos disponíveis em um computador e acaba pagando preços altos por um *software* que será subaproveitado e um *hardware* capaz de rodar uma série de programas que não chegarão a ser acessados. "Construímos um computador mais enxuto, que supre as necessidades do usuário comum", diz Campos.

O computador popular, além de permitir a navegação na internet, possui editor de textos, organizador de apresentações e planilhas eletrônicas. O sistema operacional Linux, que funciona como elo de ligação entre os programas e os dispositivos de *hardware*, foi escolhido por operar em código aberto, o que significa que pode ser obtido e reproduzido gratuitamente. "Além disso, trava com pouca frequência e adapta-se perfeitamente ao ambiente no qual é executado", diz Campos. Ele garante que o Linux é extremamente fácil de ser manipulado e sua interface é tão amigável quanto a dos outros sistemas operacionais.

A ausência do disco rígido e de entradas para disquete e CD Rom não chega a ser um problema para os usuários. Isso porque os equipamentos instalados em escolas, postos de saúde e empresas podem ligar-se em rede a um único servidor: um computador mais veloz e potente, com todos os componentes presentes em uma máquina padrão. O servidor pode ser comparado a uma grande biblioteca, que armazena e fornece informações aos demais computadores conectados à rede. Atualmente, o preço médio de um PC varia entre R\$ 1.200 e R\$ 1.500, enquanto o do computador popular é de, no máximo, R\$ 500. Segundo Campos, o *software* ou o *hardware*, separadamente, não podem ser responsabilizados pelos elevados preços dos equipamentos. "Ambos são caros", explica o professor.

A tecnologia necessária para a produção do computador popular, primeiro projeto desse tipo a encontrar seu nicho de mercado, ficará disponível aos interessados, no Departamento de Ciência da Computação da UFMG. No entanto, a equipe de pesquisadores, formada por três professores e cinco alunos, vem trabalhando no aprimoramento das máquinas, a fim de que o público tenha acesso a modelos mais eficientes.

Maya Mitre

Especial para a *Ciência Hoje* / MG



Sérgio Campos
mostra o novo
computador
popular,
desenvolvido
na UFMG

FOCA LISBOA

Aranhas e escorpiões de cativeiro



Filhotes de escorpião-amarelo

Personagens da mitologia grega, da Bíblia, de lendas orientais e mediterrâneas, os escorpiões causam terror e fascínio há milhares de anos. Estigma semelhante marca também as aranhas, que já protagonizaram filmes de suspense, exibindo seu aspecto repugnante e ameaçador. Mas pouca gente sabe que esses animais, pertencentes à classe dos aracnídeos, são uma poderosa fonte de medicamentos e inseticidas ecológicos.

O veneno dos escorpiões e aranhas contém centenas de substâncias de ação farmacológica específica, das quais até agora a ciência só caracterizou uma pequena parte. Isoladas, algumas podem ter emprego na produção de medicamentos, como analgésicos; outras são toxinas com poder bioinseticida, isto é, capazes de destruir pragas sem prejudicar o homem e a natureza. Por fim, o veneno de aranhas e escorpiões é a matéria-prima fundamental na fabricação do soro contra a picada desses aracnídeos, que pode ser fatal caso o atendimento à vítima não ocorra em tempo hábil (ver 'Efeitos do veneno no organismo humano').

Atento às dificuldades de se obter veneno para realizar pesquisas e produzir soro, desde 1996 o biólogo Evanguedes Kalapothakis, do Departamento de Farmacologia da Universidade Federal de Minas Gerais, comanda uma equipe que desenvolve um trabalho pioneiro: a criação em cativeiro dos escorpiões *Tityus serrulatus* (escorpião-amarelo) e *Tityus bahiensis* (escorpião-marrom) e das aranhas *Phoneutria nigriventer* (aranha-armadeira) e *Lycosa* sp (tarântula).

Criar aracnídeos peçonhentos no Brasil, onde algumas espécies desses animais são abundantes, é uma atividade curiosa. Afinal, pareceria mais lógico coletá-los em seu hábitat natural ou, como fazem o Instituto Butantan, de São Paulo, e a Fundação Ezequiel Dias (Funed), de Belo Horizonte, receber doações de animais capturados pela população.

No entanto, como explica Kalapothakis, os processos de urbanização vêm ameaçando as populações de aranhas e escorpiões que não toleram a presença humana, o desmatamento e a poluição, a exemplo do escorpião-marrom. Assim, acredita o biólogo, "a degradação ambiental pode levar à perda irreversível de uma fonte importante de matéria-prima biológica".

No cativeiro

A criação de aranhas e escorpiões em cativeiro é bastante complexa, requerendo cuidados especiais em relação às condições do ambiente, como temperatura, que de-

ve se manter entre 20°C e 25°C, e umidade, cujo índice ideal gira em torno de 70%. Uma das etapas mais trabalhosas do processo é a produção de presas para alimentá-los. Em geral, são baratas, grilos e mariposas, que produzem certos ácidos e odores agradáveis aos aracnídeos, que os consomem vivos e em abundância.

Os escorpiões reproduzem-se uma vez ao ano e geram comumente de cinco a 20 filhotes. Para evitar a prática do canibalismo, os filhotes são separados dos adultos após a primeira ou a segunda muda. Já as aranhas depositam seus ovos em um pequeno estojo, denominado ooteca, do qual nascem de 300 a 2 mil filhotes por ano. Destes, em média 10% so-

FOTOS DE KALAPOTHAKIS

Ooteca recém-eclodida da aranha-armadeira



brevivem. "Um índice excelente para criação em cativeiro", comemora Kalapothakis. No caso da aranha-armadeira, o canibalismo entre os filhotes não deve ser coibido, dado que é fundamental para a conservação da espécie.

Mas os pesquisadores não se preocupam unicamente com a sobrevivência dos aracnídeos. Cuidam também da segurança daqueles que trabalham no cativeiro, pois, de modo geral, escorpiões e aranhas são extremamente agressivos. A aranha-armadeira, por exemplo, chega a saltar até 30 cm de altura e não hesita em atacar quando se sente ameaçada.

"Por essa razão é que projetamos um sistema de criação no qual o contato direto com os animais é mínimo", conta o biólogo. No momento de alimentá-los, as presas são lançadas rapidamente no interior do criatório por meio de um pequeno orifício, que é imediatamente fechado após a operação. Na extração do veneno, porém, o contato com os animais é inevitável. Nessas ocasiões, o manipulador deve usar luvas e

pinças, além de máscara, diante do risco de inalar a nuvem de veneno que às vezes se forma.

Nesses animais, a peçonha localiza-se na glândula de veneno, que é protegida por um tecido muscular contrátil. A aplicação de um choque elétrico de baixa voltagem nas quelíceras das aranhas, localizadas à frente da cabeça, e no telso dos escorpiões, na extremidade da cauda, provoca a contração do tecido muscular, liberando o veneno.

A cada extração, os escorpiões expõem aproximadamente cinco microlitros de peçonha e as aranhas, 10 microlitros. Para se obter um grama de veneno, são necessárias muitas extrações: de 1.500 a 4 mil. "A operação é tensa para quem a executa e desgastante para os aracnídeos, cuja vida média cai, em razão disso, de dois anos e meio para dois anos", explica Kalapothakis. Diante do estresse do cativeiro, alguns animais recusam-se a comer e morrem antes mesmo de completar o segundo ano de vida. Se a retirada do veneno for feita mais de



Aranha-armadeira em posição de ataque

uma vez por mês, as aranhas não chegam a viver mais do que seis meses.

Uma parte do veneno extraído é doada à Funed para a produção de soro, e a outra é utilizada nas pesquisas de Kalapothakis. A partir de uma toxina específica do veneno, sua equipe vem tentando desenvolver um novo soro para antagonizar a picada do escorpião-amarelo. Paralelamente, estão sendo feitos trabalhos voltados para o desenvolvimento de uma vacina contra picadas de escorpiões.

Maya Mitre

Especial para a *Ciência Hoje*/MG

EFEITOS DO VENENO NO ORGANISMO HUMANO

Aranhas e escorpiões habitam preferencialmente ambientes úmidos e com oferta abundante de alimentos. Quando um indivíduo é picado, o veneno cai na circulação sanguínea, disseminando-se por todo o organismo. A toxina da peçonha age nos receptores e canais iônicos, bloqueando a comunicação entre o sistema nervoso central e periférico, e seus efeitos podem variar de dores e perda provisória de movimentos a crise respiratória, edema pulmonar e até morte.

Indivíduos com massa corporal menor, como crianças, estão mais sujeitos aos efeitos graves, uma vez que seu organismo tem menos capacidade de diluir o veneno inoculado. Os idosos também correm sérios riscos devido à debilidade física.

Jamais se deve amarrar o membro ou a extremidade do corpo de um indivíduo picado, pois a falta de circulação sanguínea na área afetada pode causar danos irreversíveis, obrigando sua amputação. Os profissionais de saúde recomendam que o indivíduo picado se movimente o mínimo possível e procure atendimento médico imediato. Para antagonizar a ação do veneno, a administração do soro é fundamental.

À esquerda, duas fêmeas e um filhote do escorpião-marrom. À direita, fêmea adulta de aranha-armadeira



Mercado de trabalho em crise

A economia nacional melhorou ou piorou nos últimos anos? Segundo dados oficiais fornecidos pela Pesquisa Mensal de Emprego (PME), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a renda média do brasileiro tem se mantido estável. E melhor: em um patamar superior ao de 1992, auge da recessão no país. Entretanto, a mesma fonte indica que as taxas de desemprego e de trabalho informal vêm crescendo ao longo da última década. Diante dessa disparidade, o economista João Saboia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), criou um índice que, em sua opinião, ajuda a responder a questão e sinaliza uma piora do mercado de trabalho urbano no país.

Aproveitando dados das PMEs realizadas entre 1991 e 1999, em seis regiões metropolitanas (Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Recife, Salvador e Porto Alegre), o novo índice mostrou que desde 1996 a situação do mercado de trabalho brasileiro só se agravou, principalmente no Nordeste. Para calcular o índice, o economista escolheu nove variáveis, das dezenas estudadas pela

PME, que seriam em sua opinião as mais representativas da situação geral do mercado. Elas foram reunidas em três conjuntos, que englobam o desemprego, o número de trabalhadores informais e a renda média.

À semelhança do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) calculado pelas Nações Unidas (ONU), foram estabelecidos valores mínimo e máximo, de zero a um, representando respectivamente a pior e a melhor situação no período estudado. Saboia acredita que “as mais interessantes, para o público geral, são duas variáveis básicas: taxa de desemprego e nível de renda média, porque são bastante amplas e dizem respeito a todos os trabalhadores”.

De forma geral, a taxa de desemprego, segundo o pesquisador, cresceu durante todo o período, sofrendo uma pequena pausa apenas por volta de 1995, quando a economia estava um pouco mais favorável. Entre os desempregados, o percentual de chefes de família manteve-se razoavelmente estável ao longo da década, embora variasse entre as regiões estudadas. “Em 1999, no Sudeste, essa proporção girava em torno de 31%. Em Salvador, chegava a 39%”, diz. Houve, entretanto, forte crescimento dos desempregados com mais de 12 meses sem trabalho, passando de 11% a 28%, em São Paulo, entre 1991 e 1999.

O percentual de trabalhadores com carteira assinada também caiu fortemente: o maior em 1999 (Porto Alegre, com 48%), supera apenas o menor de 1991 (Recife, 41%). Ao mesmo tempo, em 1999, aumentou o percentual de trabalhadores com nível universitário em todas as regiões, variando de

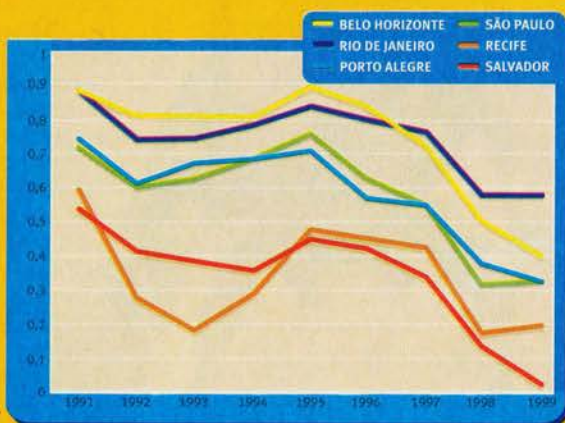
11%, em Salvador, a 20%, no Rio de Janeiro e São Paulo.

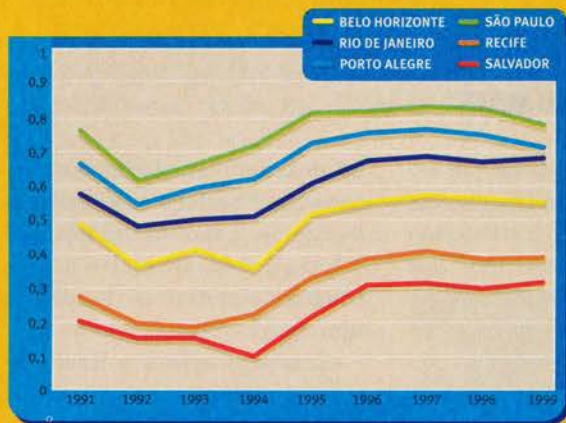
A renda média, entretanto, evoluiu consideravelmente no período. Depois da queda de 1992, subiu até 1997, mantendo-se estável a partir de então. Mesmo assim, havia grandes diferenças regionais: em 1999, a renda média de São Paulo, por exemplo, era o dobro da de Recife. Além disso, a desigualdade de rendimento entre trabalhadores com 12 anos ou mais de estudo e os com até quatro anos de escolaridade, manteve-se estável após um período de piora em meados da década passada.

Quando somados os dados dos três conjuntos de indicadores, o que se vê, segundo Saboia, é um panorama mais negativo que positivo. As seis regiões metropolitanas estudadas pela PME apresentaram curvas de desenvolvimento semelhantes – ou seja, nenhuma evoluiu ou retrocedeu mais rapidamente que as demais. Por amostragem, chega-se à conclusão de que o comportamento do mercado de trabalho de todo o país deve ter sido semelhante. “Apesar de o indicador de renda apontar para uma melhora, os índices de desemprego e trabalho informal foram suficientemente fortes para que prevalecesse o panorama de piora”, avalia.

Os melhores resultados foram encontrados nas regiões metropolitanas de São Paulo e Porto Alegre, com o Rio de Janeiro em terceiro lugar, tendendo a superar Porto Alegre. Já o índice de desenvolvimento mais baixo foi encontrado nos dois centros urbanos do Nordeste. Em 1999, por exemplo, Salvador apresentou um indicador-síntese do mercado de traba-

Indicador-síntese de desemprego por região metropolitana (1991-1999)





Indicador-síntese de renda por região metropolitana (1991-1999)

lho de 0,198, pouco acima do pior valor possível. O do ano passado será calculado em breve, quando se poderá saber se a capital baiana manteve a queda.

O fato de a PME restringir-se a seis regiões metropolitanas torna o índice menos completo do que poderia ser. Entretanto, a outra fonte de que podia ter se valido, a Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílio (PNAD), também realizada pelo IBGE e que cobre todo o território nacional, não lhe forneceria todas as variáveis necessárias. O economista sustenta que apenas uma PNAD é desenvolvida a cada ano, e possui dados referentes somente ao mês de setembro. "Apesar de mais restrita geograficamente, a PME, por ser mensal, possibilita o cálculo de uma média anual do desenvolvimento do mercado de trabalho brasileiro."

Saboia afirma que, apesar de as variáveis escolhidas darem um bom panorama da situação do mercado de trabalho, outras podem ser adicionadas sem prejuízo do resultado. "O estudo que desenvolveu o índice não é um trabalho fechado, mas uma proposta do que pode ser feito", diz. Segundo ele, tal adição apenas enriqueceria a pesquisa, mas não mudaria a colocação das regiões metropolitanas nem reverteria o declínio do mercado brasileiro nos últimos anos.

Uma das possíveis adições para os próximos estudos é a de um

"índice de pobreza" que avalie o crescimento da população cujo salário é menor que um dado patamar – um salário mínimo, por exemplo. Também existe a possibilidade de que o índice seja utilizado nos boletins quadrimestrais impressos pelo Instituto de Economia da UFRJ. "Embora não haja um projeto concreto, se isso realmente acontecer", afirma o economista, "devemos trabalhar um pouco mais no índice".

Essa flexibilidade se estende ao próprio objetivo do índice, que pode ser utilizado na avaliação de muitos outros campos além do mercado de trabalho. A metodologia do índice já foi utilizada em uma pesquisa para estudar as diferenças entre os estabelecimentos das favelas cariocas. Foi possível constatar, por exemplo, que as favelas da Zona Sul são "melhores" e possuem serviços de maior qualidade. O estudo, que acaba de ser concluído pelo estudante de graduação de economia da UFRJ Enrico Martignone, mostra que a visão das favelas enquanto comunidades homogêneas distorce bastante a realidade local. As diferenças na qualidade dos estabelecimentos nelas instalados é enorme, com destaque para algumas favelas como Vidigal, Parque da Cidade, Jacarezinho e Salgueiro entre as 50 estudadas.

Leonardo Cosendey
Ciência Hoje/RJ

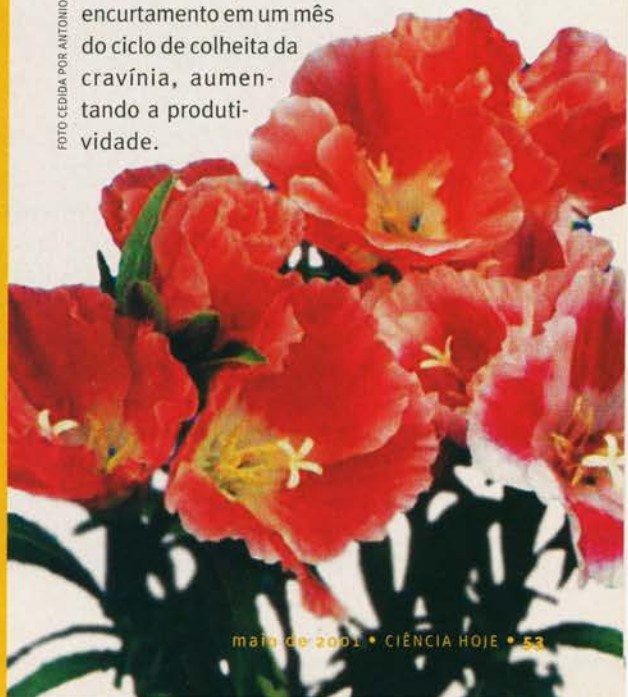
FITOTECNIA

CRAVÍNIAS CULTIVADAS EM ÁGUA

O Brasil começa a cultivar mais uma espécie de flor no sistema hidropônico: depois de anêturos e rosas, chegou a vez das cravínias. A produção da flor, que era importada da Colômbia e do Equador devido à baixa produtividade nacional, está sendo retomada pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), depois da doação de centenas de mudas feita por um produtor. A hidroponia é uma técnica antiga – usada inclusive nos jardins suspensos da Babilônia – que permite o cultivo de plantas em água, sem usar terra. As espécies, sustentadas por um substrato – que pode ser natural, como palha de arroz, ou sintético, como espumas fenólicas (utilizadas em arranjos florais) –, recebem, adicionada à água, uma solução nutritiva. O cultivo é feito em uma estufa, para evitar danos com a chuva, dentro de tubos de PVC ou outro material plástico.

O sistema hidropônico reduz o uso de agrotóxicos, água e fertilizantes no cultivo, diminuindo o custo e aumentando a qualidade do produto final, segundo o engenheiro agrônomo Antonio Bliska, da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp. "A durabilidade da flor também é maior, pois os nutrientes são absorvidos diretamente e as condições de desenvolvimento podem ser adaptadas em função das necessidades da planta, como o crescimento em temperatura adequada", completa. A possibilidade de controle da produção trouxe mais uma vantagem em relação ao cultivo no solo: o encurtamento em um mês do ciclo de colheita da cravínia, aumentando a produtividade.

FOTO CEDIDA POR ANTONIO BLISKA



APOIO PARA PESQUISAS COM TOXINAS ANIMAIS

Escolhido como um dos 10 Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids) instituídos e financiados pela Fundação de Amparo à

Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), o

Centro de Toxinologia Aplicada (CTA), sediado no Instituto Butantan (SP), deverá receber verba anual de cerca de R\$ 1,5 milhão.

Pretende-se, entre outras atividades,

“intensificar os estudos das toxinas animais

para descobrir moléculas que possam servir de padrão para o desenvolvimento de novos fármacos”, explica o pesquisador Antonio Martins de Camargo. No Instituto Butantan, são desenvolvidas atualmente pesquisas com toxinas que afetam o sistema cardiovascular, a coagulação e a migração de células do sangue, os processos inflamatórios, os canais iônicos em tecidos excitáveis (músculos e nervos) e com toxinas bacterianas causadoras de graves patologias.

O interesse comercial por essas substâncias é muito grande: os pesquisadores do instituto são freqüentemente ‘assediados’ por entidades internacionais que buscam parceria nessa área. Segundo Camargo, os cientistas brasileiros não podem ser ingênuos a ponto de fornecer substâncias naturais de grande interesse biotecnológico ou de perder parcerias importantes que permitam acelerar a capacitação nacional no setor de química farmacêutica, muito pouco desenvolvido em nosso país.

Como exemplo das pesquisas e resultados gerados na área, Camargo cita a descoberta de enzimas e peptídeos contidos no veneno da jararaca, já consagrados como medicamentos. Entre os vários efeitos causados por essas toxinas, sabe-se que elas afetam o sistema de coagulação do sangue, provocam seu extravasamento para fora do sistema circulatório e a migração de células sanguíneas para outros tecidos. “O isolamento e a caracterização de cada uma dessas toxinas têm permiti-

do desenvolver medicamentos para tratar problemas vasculares humanos, como as trombozes, a hipertensão arterial e a prevenção de metástase de células tumorais.”

Com a criação e o financiamento, em longo prazo, do CTA, o Instituto Butantan, juntamente com seus parceiros da USP, Unifesp, Unesp e do Consórcio de Indústrias Farmacêuticas Nacionais (Coinfar), pretende desenvolver pesquisas, atuar na prevenção e cuidados com as vítimas de animais peçonhentos e contribuir para a descoberta de novos medicamentos. “A instalação de laboratórios de alta tecnologia permitirá também a contratação de técnicos e pesquisadores visitantes estrangeiros, o que acelerará a aquisição de competências em áreas estratégicas. Entre vários benefícios, as atividades de pesquisa científica e tecnológica do CTA certamente serão geradoras de novas moléculas milionárias, provenientes de nossa riquíssima biodiversidade” diz Camargo.

TECNOLOGIA

NOVO CENTRO DE PESQUISAS SOBRE ENERGIA DO HIDROGÊNIO

O Brasil ganhou o primeiro Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio, que vai coordenar as linhas de pesquisa nesta área, funcionando como um banco de dados dos trabalhos em desenvolvimento, integrado aos centros mundiais. Sediado na Unicamp e criado a partir de um convênio entre Ministério da Ciência e Tecnologia, Unicamp, USP, Secretaria Estadual do Meio Ambiente de São Paulo, Centrais Energéticas de Minas Gerais (Cemig) e a ONG Vitae Civilis, o novo centro pretende estimular, patrocinar e participar das pesquisas em energia do hidrogênio, na tentativa de tornar o uso do elemento químico mais viável, tanto tecnológica

quanto economicamente.

Entre as pesquisas está o desenvolvimento de células a combustível, que poderão substituir os motores geradores que usam óleo diesel. Essas células utilizam hidrogênio e oxigênio para, através de uma reação eletroquímica, produzir água e liberar carga elétrica, gerando energia. Para o físico Ennio Peres da Silva, secretário executivo e membro do comitê diretor do centro, a importância do uso do hidrogênio como combustível cresceu por causa da preocupação com o meio ambiente. “É preciso substituir os combustíveis derivados de petróleo para reduzir as emissões de carbono na atmosfera”, explica.

PSICOLOGIA

DOR É PRINCIPAL CAUSA DE ESTRESSE EM UTIs

Os pacientes internados em UTI (Unidade de Terapia Intensiva) estão sujeitos a situações de desconforto que provocam estresse e podem interferir no seu estado clínico. Segundo estudo com 50 pacientes durante a primeira semana de internação na UTI do Hospital Israelita Albert Einstein, em São Paulo, a maior fonte de estresse é a dor. Além dos pacientes, foram entrevistados 50 familiares e 50 membros da equipe de saúde envolvidos diretamente no tratamento dos doentes para que fossem apontadas as semelhanças e diferenças de percepção em relação aos fatores que causam estresse.

A pesquisa, feita pela psicóloga Maria Alice Novaes, do Departamento de Psiquiatria da Unifesp, investigou 40 possíveis causas de desconforto através de um questionário que avaliava sua intensidade em um grau de 1 (não estressante) a 4 (muitíssimo estressante). "Os três grupos responderam que os principais fatores de

estresse para os pacientes são: sentir dor, não conseguir dormir e estar entubado", afirma a psicóloga. A escassez de informações sobre o tratamento também é citada como causa freqüente de estresse pelos pacientes.

Segundo a pesquisadora, a equipe de saúde e a família vêem o estresse do paciente como mais intenso do que o real. "Além disso, eles dão maior importância a fatores que não incomodam tanto o doente, como ouvir os alarmes dos equipamentos e sentir falta de parentes, sugerindo uma projeção de suas próprias angústias". A partir dos resultados, a equipe de saúde já tomou algumas providências para melhorar a rotina da UTI: os pacientes são consultados periodicamente sobre estarem ou não sentindo dor e iniciou-se a campanha do silêncio na unidade.



TECNOLOGIA

LIXO INDUSTRIAL PODE FORNECER ENERGIA

Um novo calorífico, com capacidade de gerar entre 50% a 80% mais calor (poder calorífico) que o carvão mineral, foi desenvolvido na Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (Cientec/RS) pelo geólogo russo Vsevolod Mymrin. O produto, que está à espera de patente, apresenta outras vantagens: é composto por rejeitos industriais, que normalmente não têm outra utilidade senão a de poluir o ambiente.

O combustível alternativo é uma variação dos briquetes tradicionais – aglomerados do pó de carvão produzido durante sua extração e reunido por um aglutinante –, comumente usados como fonte de energia nos fornos industriais do exterior. A substância que une os grãos do pó costuma ser piche, breu, alcatrão ou argila. Já o novo briquete pode ser composto de resíduos petroquímicos e rejeitos de carvão mineral. "Assim, reaproveitamos os rejeitos industriais, despoluindo o ambiente, e ainda fornecemos mais energia para as indústrias", afirma Mymrin.

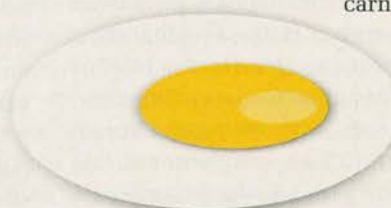
Para o geólogo, o ideal é que cada indústria fabrique seus próprios briquetes, nas dimensões e formas que lhe forem mais convenientes. "Uma mina produz, em média, 60 mil toneladas de pó de carvão por mês, o suficiente para fabricar cerca de 80 mil toneladas de briquetes", calcula. Mymrin lamenta a falta de interesse das indústrias e mineradoras brasileiras na fabricação do calorífico que, segundo ele, "é uma alternativa eficaz e economicamente atraente para controlar a poluição".

AVICULTURA

OVOS COM MENOS COLESTEROL

Carne de aves e ovos com menos colesterol foram obtidos em Jabotical, São Paulo, na Universidade Estadual Paulista (Unesp), a partir de um método extremamente simples: a adição à ração das aves de uma pequena quantidade de resíduos de carvão vegetal, substância natural, rica em cálcio, fósforo e potássio. Alimentadas com essa ração, as aves produziram ovos com 22% menos colesterol e sua carne apresentou uma

taxa 34% menor desse composto. A redução do colesterol obtida nos ovos é significativa quando comparada aos valores



encontrados nos ovos caipiras, comuns, pufa e light. A alimentação diferenciada também aumentou a postura em 2,5% e reduziu o número de ovos trincados em 27%. Do ponto de vista comercial, a incorporação do carvão à ração aumenta em apenas 2% (no máximo) o custo total da ração.

**Eduardo Viola**

Departamento de Relações Internacionais, Universidade de Brasília

Mudança climática: impasses e perspectivas

A certeza científica de que as emissões de carbono (na queima de combustíveis, nos desmatamentos e em outras atividades) estão mudando o clima da Terra torna cada vez mais urgente um acordo internacional que limite essas emissões. No entanto, embora esse acordo seja negociado desde 1992, com uma importante participação do Brasil, impasses entre os principais grupos de países envolvidos impedem até agora um consenso, adiando medidas que beneficiariam toda a humanidade.

A questão da mudança climática do planeta é objeto de um dos mais complexos e relevantes regimes internacionais da atualidade, por envolver as inter-relações entre a economia e o meio ambiente globais. Os principais instrumentos desse regime são a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática, assinada no Rio de Janeiro durante a ECO 92, e o Protocolo de Kyoto, assinado em dezembro de 1997. No entanto, para que o Protocolo fosse aprovado, foi adiado o detalhamento de vários artigos essenciais, comprometendo sua viabilidade. Esse impasse continua, pois as últimas Conferências das Partes não resolveram as definições pendentes.

O Protocolo de Kyoto dividiu os países em dois grupos: os do Anexo 1, que têm compromissos obrigatórios de emissões máximas (de gases que interferem no clima global) para 2010, e os demais, que poderão ter compromissos, mas só a partir de 2020. Estão no Anexo 1 os países integrantes da Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e alguns países ex-comunistas da Europa.

A questão ambiental global contribuiu – junto com a revolução informacional e a globalização econômica – para alterar significativamente as relações entre as nações. Se até os anos 80 os países importantes solucionavam a maior parte das disputas com ou-

tros países através da conciliação ou impondo sua vontade, sem prejuízo de sua soberania, os anos 90 impuseram uma redução dessa autonomia e uma necessidade crescente de cooperação. A criação de regimes internacionais econômicos, de segurança e ambientais restringe a soberania e leva à internacionalização parcial dos Estados. O poder se transfere destes para a opinião pública global, para instituições supranacionais e para corporações transnacionais.

No caso do regime de mudança climática, a comunidade científica teve papel-chave, através do efeito de comunidade epistêmica – que surge quando uma grande maioria de cientistas concorda com o diagnóstico de um problema e é eficien-

te em sua comunicação ao público geral e aos centros decisórios. O processo de avaliação da questão climática começou com a instalação, em 1988, do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) e traduziu-se politicamente na criação do Comitê Negociador Internacional (INC) para uma Convenção sobre Mudança do Clima.

Durante toda a década passada, o IPCC forneceu subsídios fundamentais para as negociações relativas à Convenção, e foi decisivo na formação da opinião pública mundial sobre a questão do clima. O último relatório do IPCC, de janeiro deste ano, praticamente encerra a incerteza científica sobre a mudança do clima: a temperatura média da Terra pode subir de 1,5 a 6 graus até 2100, com impactos gigantescos sobre os ecossistemas, as regiões costeiras, a agricultura, as estruturas urbanas e a saúde humana. Fenômenos climáticos extremos (secas, inundações, tormentas e furacões mais intensos) tornaram-se mais comuns em anos recentes. Em áreas de renda baixa, é alta a perda de vidas humanas (enchentes no sul da África e no norte da Índia, furacões em Bangladesh e América Central etc.). Nas de renda alta, o custo está no patrimônio destruído (enchentes na Europa Ocidental, seca e fogo nos Estados Unidos etc.). E os dois custos atingem, em graus variáveis, os países de renda média.

Um acordo como o de mudança climática exige que pelo menos um dos atores envolvidos impulse sua elaboração e sustente sua efetivação. Por sua importância, na economia e nos efeitos ambientais, e pela elevada governabilidade, só quatro atores (Estados Unidos, União Européia, Japão e China) têm potencial para liderar o processo, mas Índia, Rússia, Canadá e Brasil vêm tendo papel expressivo. Em 1999, os maiores responsáveis por emissões de carbono (de vários setores econômicos, incluindo mudanças no uso da terra) foram Estados Unidos (cerca de 25% do

total), União Européia (16%), China (14%), Rússia (6%), Japão (6%) e Índia (5%). Sem a participação deles, o regime fica enfraquecido.

Conflitos de interesses entre países 'desenvolvidos', 'emergentes' e 'pobres' são um dos fatores determinantes nas negociações. Após a Conferência do Rio, surgiram alianças e blocos de caráter combinado nacional, internacional e transnacional. Até 1997, Estados Unidos e União Européia lideraram juntos o regime de mudança climática. Desde então, o esforço cabe apenas à União Européia.

Além dos países, empresas transnacionais e ONGs internacionais têm tido um papel relevante. Em 1996, as principais corporações mundiais do carvão, do petróleo e do automóvel fundaram a Global Climate Coalition, que se opôs virulentamente ao Protocolo de Kyoto. Mas a partir de 1998 quatro ONGs (Pew Center in Global Climate Change, World Resources Institute, Environmental Defense Fund e World Watch Institute) iniciaram um trabalho de persuasão, para que tais corporações assumissem compromissos voluntários de redução de emissões. Até 2000, graças a essa iniciativa, várias empresas aceitaram reduções (British Petroleum, Shell, DuPont, Toyota, Honda, Saab etc.) e outras se retiraram da Global Climate Coalition (Ford, Daimler-Chrysler, Texaco etc.) e manifestaram a intenção de diminuir a liberação de carbono.

Os países envolvidos no regime de mudança climática podem ser divididos, desde a Rio-92, em nove grupos diferenciados.

1• Países desenvolvidos com alta intensidade de carbono emitido por unidade de produto interno bruto (PIB) e por habitante (Estados Unidos, Canadá e Austrália), e com sociedades divididas entre neoliberais e nacionalistas (contrários ao regime), neo-socialdemocratas (moderadamente favoráveis) e 'verdes' (fortemente favoráveis). A

No cenário otimista, é obtido um amplo acordo e a maioria dos países relevantes ratifica o Protocolo de Kyoto até 2003, levando à sua rápida implementação

posição dos Estados Unidos é difícil, pois suas emissões em 1999 foram 14% maiores que em 1990 (ano-base para todos os países), e o compromisso assumido em Kyoto foi de 6% de redução até 2010. A situação do Canadá é semelhante.

2• Países desenvolvidos com média intensidade de emissão, por unidade de PIB e por habitante, e que assumiram responsabilidades globais (Alemanha, Reino Unido, Holanda, Suécia, Dinamarca, Finlândia, França, Bélgica, Luxemburgo, Áustria e Itália). Neles, a maior parte da sociedade apóia o regime. O restante da União Européia (Espanha, Portugal, Grécia e Irlanda), embora menos disposto a reduzir emissões, segue os principais países em função das compensações recebidas. Reino Unido, Alemanha, Suécia e Dinamarca eram, em 1999, os únicos países do Anexo 1 com emissões compatíveis com os compromissos assumidos para 2010.

3• Países desenvolvidos com média intensidade de emissões e responsabilidade global baixa (Noruega, Suíça, Islândia, Japão e Nova Zelândia). As emissões do Japão deveriam cair 6% em 2010, mas em 1999 o país emitiu 4% a mais que em 1990.

4• Países ex-socialistas com drástica redução de emissões (de 40% a 60%, entre 1990 e 1999) em função do colapso econômico (Rússia, Ucrânia, Belarus, Bulgária, Ro-

mênia). Por isso, têm 'créditos' em emissões. São dominados por nacionalistas ou neoliberais, que apóiam o regime internacional, pois a médio prazo (até 2010 ou 2020) a possibilidade de venda de cotas de emissões seria benéfica, mas não aceitam reduções internas da intensidade de emissões (muito altas por unidade de PIB).

5• Países exportadores de petróleo (Arábia Saudita, Kuwait, Irã, Iraque, Argélia, Emirados, Líbia, Venezuela, Indonésia, Nigéria), com alta intensidade de emissões por unidade de PIB (em alguns, também por habitante). O predomínio é de neoliberais ou nacionalistas, ou coalizões de ambos, com posições neutras ou contrárias ao regime.

6• Países emergentes, com média intensidade de emissões por unidade de PIB, em função da matriz energética baseada em carvão e/ou petróleo (China, Índia, África do Sul, México) ou do excessivo desmatamento (Brasil, Tailândia, Malásia, Filipinas). Há nesses países um apoio genérico a Kyoto, em função dos benefícios trazidos pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), mas as posições são variáveis. Alguns, como China e Índia, não querem limitar emissões até datas distantes (talvez 2030), e outros (como Brasil e México) estariam dispostos a assumir compromissos de redução da taxa de crescimento das emissões a partir de 2010. No Brasil, existem minorias que defendem a redução drástica do desmatamento na Amazônia (fonte de 2,3% da emissão global de carbono – o restante da economia

brasileira gera apenas 0,7%) e compromissos voluntários de redução da taxa de aumento das emissões.

7• Países emergentes com baixa intensidade de emissões (Argentina, Chile, Uruguai, Costa Rica, Coreia do Sul, Hungria), que apóiam Kyoto, em função do MDL.

8• Países pobres, com todos os setores favoráveis ao regime, porque os ganhos com o MDL poderiam ser altos e dificilmente teriam que reduzir o crescimento das emissões antes de 2030 (exceto os com alta taxa de desmatamento, como Congo).

9• Estados-ilhas, muito vulneráveis à mudança climática: a elevação do nível dos oceanos seria catastrófica para eles. Nesses países, todo o conjunto da sociedade é fortemente favorável ao aprofundamento do regime.

As conferências posteriores a Kyoto – Buenos Aires (1998), Bonn (1999) e Haia (2000) – revelaram quatro principais coalizões de negociação: a União Européia; o grupo 'Guarda-chuva' (países dos grupos 1, 3 e 4); o G77/China (países dos grupos 5, 6, 7 e 8, subdivididos em algumas questões entre os países exportadores de petróleo e os países mais pobres); e a Aliança das Pequenas Ilhas.

Nas reuniões de Bonn e Haia, o grupo 'Guarda-chuva' apoiou um papel ilimitado para os mecanismos flexibilizadores (comércio de cotas de emissões e implementação conjunta do regime entre países do Anexo 1, e MDL entre tais países e os demais), contra a posição da União Européia. Os outros

países tomaram posições variadas e às vezes oportunistas. O Brasil defendeu o MDL, até porque ele derivou de uma proposta brasileira de 1997, mas tendeu a apoiar limitações para outros mecanismos.

Contra a opinião da União Européia, o grupo 'Guarda-chuva' defendeu que os 'sumidouros' de carbono (manutenção de florestas, manejo do solo etc.) possam ser deduzidos dos compromissos de redução de emissões. O Brasil, nessa questão, ficou ao lado da União Européia. Também foi proposto, pelos países do grupo 1 – com apoio, em graus variáveis, de países dos grupos 2 e 3 –, que os emergentes adotem compromissos voluntários de redução da taxa de aumento das emissões.

O G77/China e a Aliança de Pequenas Ilhas defenderam importante pacote de transferência livre de tecnologias limpas pelos países desenvolvidos, mas estes só aceitaram uma transferência reduzida. O Brasil teve papel de liderança nisso. Contra o resto do mundo, os exportadores de petróleo, liderados pela Arábia Saudita, pediram compensações por eventuais quedas nas receitas de exportação. Já a União Européia (contra o grupo 'Guarda-chuva') defendeu fortes sanções para países que não cumpram seus compromissos. Mais uma vez, o Brasil deu seu apoio.

No final da Conferência de Haia, havia certo consenso quanto a permitir amplos mecanismos flexibilizadores e a adiar, para a 7ª Conferência (em novembro), questões como compromissos voluntários, regime de sanções e transferência de tecnologia. Os exportadores de petróleo também tendiam a aceitar a inexistência de compensações. Mas um ponto levou as negociações ao fracasso: a fixação de um teto para uso, por países do Anexo 1, de 'sumidouros' de carbono para deduzir emissões: a União Européia queria um teto restritivo e o grupo 'Guarda-chuva' queria um teto maior.

No cenário pessimista, as negociações colapsam, o Protocolo de Kyoto morre e por um longo período há um vácuo regulatório internacional na questão da mudança climática

Neste primeiro semestre de 2001, dois novos dados alteram o quadro: a eleição de George W. Bush para a presidência dos Estados Unidos e o terceiro relatório oficial do IPCC (aprovado em Shanghai, na China, em 22 de janeiro), que confirmou a mudança climática e pediu ações rápidas. Esse alerta teve forte impacto sobre o Fórum Econômico de Davos, realizado uma semana depois: o *establishment* da globalização apelou a Bush para que, diante da certeza científica sobre o 'efeito estufa', lidasse a negociação.

A eleição de Bush afeta a questão de duas formas: leva ao endurecimento da posição do país (comparado com o governo anterior) quanto aos 'sumidouros' de carbono e aos compromissos de redução de emissões por países emergentes, mas aumenta a chance de aprovar um tratado global no Senado norte-americano, caso haja sucesso nas negociações (já que a resistência ao Protocolo concentra-se nos senadores republicanos, do partido do presidente). Exemplos do passado confirmam a tese, como na atuação do presidente Richard Nixon na *détente* com a União Soviética e no reconhecimento da China Popular.

Para fornecer mais dados ao debate sobre a questão climática, podem-se analisar três cenários alternativos de médio prazo: otimista, pessimista e intermediário.

No cenário otimista, é obtido um amplo acordo, baseado em concessões mútuas das partes, na continuação da 6ª Conferência (julho) e na 7ª Conferência (novembro), e a maioria dos países relevantes ratifica o Protocolo de Kyoto até 2003, levando à sua rápida implementação. O Brasil poderia ter um papel-chave, se abandonar sua posição atual, defensiva, produto de certa inércia ideológica terceiro-mundista e do temor de não controlar o desmatamento na Amazônia. Com outra

postura, Brasil, Argentina e México poderiam levar China, Índia, Indonésia e África do Sul a aceitarem reduções das taxas de crescimento futuro de emissões, o que influenciaria Estados Unidos, União Européia e Japão a concordarem com um pacote generoso de transferência livre de tecnologias limpas e de auxílio financeiro para a transição energética dos países em desenvolvimento.

Com a adoção de compromissos de redução por países emergentes, o Protocolo de Kyoto se tornaria de fato um regime global (hoje, só exige reduções de países do Anexo 1). Entre os países desenvolvidos, a maioria pró-Kyoto ganharia, ao garantir que os esforços para reduzir emissões não seriam frustrados por aumentos abusivos em países emergentes (ou seja, além daqueles a que têm direito, como parte do direito ao desenvolvimento). Já as minorias anti-Kyoto perderiam o principal argumento com que defendem suas posições.

Países emergentes não-exportadores de petróleo seriam beneficiados de duas formas. Primeiro, os governos teriam que adotar políticas públicas sintonizadas com a fronteira tecnológica nas áreas de energia, transporte e indústria, reduzindo o poder dos setores que apóiam o desmatamento e métodos agrícolas obsoletos. Além disso, tais países teriam credibilidade para exigir, dos países desenvolvidos, compromissos maiores de redução de emissões e cooperação internacional. Nos países emergentes que exportam petróleo, os setores ligados a essa indústria perderiam no curto prazo, mas no longo prazo as grandes majorias ganhariam, já que as economias nacionais se diversificariam e os lucros dessa exportação seriam usados de modo mais racional.

No cenário pessimista, as negociações colapsam, o Protocolo de Kyoto morre e por um longo período há um vácuo regulatório internacional na questão da mudança cli-

No cenário intermediário, o Protocolo de Kyoto colapsa, mas negociações para um novo tratado são iniciadas em seguida, provavelmente envolvendo os maiores responsáveis por emissões

mática. Os países se adaptariam como pudessem aos eventos climáticos extremos: os desenvolvidos com grandes custos materiais, os de renda média com elevadas perdas humanas e materiais e os de renda baixa com custos catastróficos.

No cenário intermediário, o Protocolo de Kyoto colapsa, mas negociações para um novo tratado são iniciadas em seguida, em uma base bem menos multilateral que a Organização das Nações Unidas, provavelmente envolvendo os maiores responsáveis por emissões: Estados Unidos, Canadá, União Européia, Japão, Rússia, China, Índia, Brasil, México, Indonésia, Irã, Arábia Saudita e África do Sul. Tal negociação levaria a novo Protocolo, que provavelmente daria maior ênfase aos mecanismos de mercado e definiria direitos de emissão básicos para cada país, talvez combinando direitos por habitante e por unidade de PIB. Papel relevante seria exercido, nesse processo, por uma coalizão transnacional dos setores de energia solar e eólica, biomassa, energia nuclear, hidroeleticidade e gás natural (relacionados, de certa maneira, a neosocialdemocratas e 'verdes'), contra os setores energéticos baseados no petróleo e no carvão (relacionados, de certo modo, a nacionalistas e neoliberais). ■



Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

As florestas no acordo do clima

O papel das florestas – em especial as tropicais – no acordo mundial sobre a mudança de clima vem sendo intensamente discutido, mas as posições sobre essa questão têm intenções ocultas ou se apóiam em receios infundados. O Brasil, por exemplo, deve ficar atento ao jogo de interesses entre os países desenvolvidos, mas também precisa perceber que a inclusão das florestas tropicais nesse acordo pode ser altamente benéfica para o país.

As negociações para um acordo internacional de redução das emissões de gases causadores do chamado efeito estufa, baseadas na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima, assinada por mais de 150 países no Rio de Janeiro, em 1992, envolvem, entre outros temas, o papel das florestas (ao reter carbono) na prevenção do aquecimento global. As condições desse acordo vêm sendo discutidas em uma série de Conferências das Partes. A mais importante foi a terceira, em Kyoto (Japão), em 1997, quando negociou-se o chamado Protocolo de Kyoto.

A última dessas reuniões, em Haia (Holanda), no ano passado, terminou sem um acordo sobre o papel das florestas, inclusive as tropicais, dentro do Protocolo. Para continuar as negociações de Haia, outra reunião foi programada para este mês (depois adiada

para julho), em Bonn (Alemanha).

Um aspecto essencial da questão do efeito estufa é que não existe a opção de não fazer nada a respeito. Cenários futuros, simulados com base nas melhores informações disponíveis, indicam que a mudança do clima decorrente do efeito estufa terá impactos tremendos ao longo do século 21. Estima-se que os países em desenvolvimento sofreriam as maiores perdas, em especial de vidas humanas. Na hipótese – obviamente otimista – de que a população mundial não aumente, a duplicação da concentração de CO₂ na atmosfera (em relação à era pré-industrial) mataria 138 mil pessoas por ano por volta de 2070 (das quais 115 mil nos países em desenvolvimento) e causaria prejuízos de até US\$ 221 bilhões anuais, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudança de Clima (IPCC), o gru-

po científico que apontou os riscos do aquecimento do planeta.

O fato de que o efeito estufa será trágico para os países em desenvolvimento geralmente não é compreendido no Brasil, onde com frequência se pensa que tal problema afetaria basicamente países do hemisfério Norte. Infelizmente, segundo o relatório especial do IPCC sobre impactos regionais, o Brasil é um dos países em que a agricultura será mais prejudicada pelo aquecimento do planeta.

Embora a questão da inclusão das florestas tropicais no acordo sobre o clima seja quase sempre colocada em termos acadêmicos e/ou morais, por trás dessas posições existem intenções ocultas. Um exemplo está no apoio do grupo 'Guarda-chuva' (Estados Unidos, Canadá, Japão, Austrália e Nova Zelândia) ao uso de projetos para evitar o desmatamento como

deduções nos compromissos de redução de emissões. Estados Unidos, Canadá e Japão, em especial, seriam beneficiados se, para cumprir seus compromissos, pudessem comprar 'créditos' de países que mantivessem florestas.

Os países do grupo 'Guarda-chuva' defendem um sistema que conserve as ações de redução de emissões ligadas ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (o MDL, que prevê compensações para os países emergentes que realizarem projetos nesse sentido), mas ao mesmo tempo elimine, ou reduza ao mínimo, as exigências de promoção de um desenvolvimento sustentável, entre elas proteções contra impactos ambientais e sociais. Proteções fortes, porém, são necessárias.

Além disso, os debates sobre o MDL muitas vezes confundem e misturam, no mesmo discurso, esse e outros mecanismos do Protocolo, como os chamados 'sumidouros' – nome pouco apropriado para a retenção de carbono que se obtém evitando o desmatamento, idéia que pode beneficiar muito o Brasil. Hoje, só o MDL, definido no artigo 12 do Protocolo, pode dar ao país vantagens por evitar a emissão de carbono, a não ser que mude de categoria, adotando compromissos de redução de emissões e passando, com isso, a integrar o chamado Anexo B. Já os debates sobre 'sumidouros' envolvem outros artigos, aplicáveis a países do Anexo B: os artigos 3.3 (sobre atividades de florestamento, reflorestamento e desmatamento) e 3.4 (sobre 'outras' atividades ainda indefinidas, mas que podem incluir manejo de florestas nativas e plantio direto para aumentar o estoque de carbono nos solos agrícolas).

Em Haia, os Estados Unidos fizeram um jogo diplomático tentando obter mais 'créditos' através de supostas atividades florestais e de uso da terra naquele país, que na verdade são negócios como

qualquer outro. Tal proposta foge totalmente ao espírito do Protocolo de Kyoto. Os Estados Unidos foram, com razão, considerados o vilão principal da conferência, provocando protestos (o chefe da delegação foi até alvo de uma torta). A veemência de outros países e de diversas organizações não-governamentais (ONGs) na rejeição da interpretação norte-americana para os artigos 3.3 e 3.4 tende a ofuscar as discussões sobre as quantidades mais modestas de carbono envolvidas no MDL, mas é importante que os debates sobre esses diferentes aspectos do Protocolo não sejam confundidos. O desmatamento evitado com base no MDL não deve ser incluído de forma indiscriminada na categoria de 'sumidouro'.

Os países europeus e o Brasil são os que mais pressionam para reduzir o peso das atividades florestais dentro do Protocolo de Kyoto. A posição dos países europeus é explicada com base nos preços dos combustíveis fósseis, muito mais altos na Europa que nos Estados Unidos. Isso aumenta os custos de produção das indústrias européias, colocando-as em desvantagem na competição por mercados internacionais. Os governos europeus, portanto, querem o aumento dos preços da energia nos Estados Unidos. Se esse país for impedido de comprar 'créditos' de emissões através de mecanismos como os projetos de MDL para manutenção de florestas tropicais, seria forçado a aplicar impostos pesados sobre os combustíveis fósseis, reduzindo suas vantagens comerciais.

Pela mesma razão, os países europeus gostariam de limitar as deduções nos compromissos de redução de emissões que cada país poderia obter com o MDL e/ou com outros mecanismos 'flexíveis', como a implementação em conjunto (por dois ou mais países) e o comércio de cotas de emissões

Um aspecto essencial da questão do efeito estufa é que não existe a opção de não fazer nada a respeito. Cenários futuros, simulados com base nas melhores informações disponíveis, indicam que a mudança do clima decorrente do efeito estufa terá impactos tremendos ao longo do século 21

entre países do Anexo B. Tal posição pode levar a um maior questionamento de aspectos práticos e teóricos de projetos de MDL no setor florestal. É claro que a luta diplomática entre América do Norte e Europa não se baseia no interesse nacional brasileiro, e o Brasil seria sábio se definisse cuidadosamente onde ficam os seus próprios interesses.

A oposição do Ministério das Relações Exteriores brasileiro à inclusão das florestas no MDL parece estranha, já que os benefícios potenciais para o país – através da renda gerada pela venda de 'créditos' de carbono e da ajuda para alcançar objetivos como o controle do desmatamento – seriam grandes. Na verdade, essa posição parece estar associada à convicção de que o resto do mundo conspira para tirar a Amazônia do Brasil e de que a questão da retenção de carbono forneceria uma desculpa para isso. ▶

As posições das ONGs

As negociações para a regulamentação do Protocolo de Kyoto não provocaram divergências apenas entre os países. As organizações não-governamentais (ONGs) ambientalistas também têm posições conflitantes sobre um mecanismo – permitir ou não créditos (em termos de emissões industriais) em troca da manutenção de florestas tropicais – que poderia reduzir os desmatamentos. Hoje, a destruição dessas florestas representa cerca de 30% das emissões mundiais de gases-estufa.

A posição contrária de algumas ONGs internacionais a esse mecanismo é ainda mais estranha quando se sabe que manter florestas tropicais em pé não apenas evita o agravamento do efeito estufa, mas ajuda ainda a preservar a biodiversidade, o ciclo hidrológico, os povos locais e as oportunidades para o uso sustentável dos recursos florestais. No caso das ONGs européias, essa posição é mais bem explicada como uma resistência à dominação econômica e cultural norte-americana, mas esta, mesmo sendo uma causa atraente, não deve ser confundida com a luta contra o efeito estufa.

No momento, muitas das organizações ambientalistas sediadas na Europa, como Greenpeace, Fundo Mundial para a Natureza (WWF), Birdlife International e Friends of the Earth (FOE), opõem-se à inclusão do desmatamento evitado, enquanto as principais ONGs sediadas nos Estados Unidos, como Conservation International (CI), Environmental Defense (EDF), Natu-

ral Resources Defense Council (NRDC) e The Nature Conservancy (TNC), apóiam essa inclusão.

Entre as ONGs ambientalistas brasileiras, quase todas defendem a inclusão do desmatamento evitado em um tratado do clima. Essa é a posição das organizações mais representativas da região amazônica, entre as quais estão o Grupo de Trabalho Amazônico (GTA, que representa quase 400 organizações de base da região), o Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS, que continua o trabalho iniciado pelo ambientalista Chico Mendes), a Coordenação dos Povos Indígenas da Amazônia Brasileira (COIAB) e a Comissão Pastoral da Terra (CPT).

É difícil entender como uma organização ambiental pode tomar uma posição que implica jogar fora uma excelente oportunidade para preservar florestas tropicais. Isso é mais estranho no caso de ONGs como WWF e Birdlife International, que têm como objetivo primário a proteção de biodiversidade, já que esta seria bastante reduzida com a perda de florestas tropicais. Os argumentos usados para justificar a posição contrária à inclusão das florestas não resistem a análises científicas ou mesmo políticas. Com negociações bem conduzidas – que evitem, por exemplo, distorções como a simples troca do carbono estocado em florestas pela mesma quantidade em emissões –, incluir as florestas pode resultar em vantagens concretas para o clima global, além de muitos outros benefícios.

Vale ressaltar que essa posição do Itamaraty não é compartilhada pelos governadores dos estados amazônicos, nem pela maioria da comunidade científica brasileira, nem pela maioria das ONGs ambientalistas sediadas no país. Também não é compartilhada pelo ministro brasileiro do Meio Ambiente, José Sarney Filho, que assinou em Cochabamba (Bolívia), em junho de 1999, uma declaração conjunta com ministros do meio ambiente de outros países latino-americanos pedindo a inclusão das florestas naturais no MDL.

Uma suposta incapacidade institucional para diminuir o desmatamento é às vezes citada como razão para que o Brasil não adote

metas nesse sentido, já que o país poderia ser penalizado se não cumprisse o compromisso assumido. O país, no entanto, não é incapaz de controlar o desmatamento. Isso pode ser verificado, por exemplo, através da drástica queda do número de queimadas a partir de 1º de julho de 2000, quando uma nova medida, proibindo essa prática, entrou em vigor. Em Mato Grosso, estado onde o número de queimadas é historicamente alto, a queda foi de mais de 80%. Assim, o fator crítico é a autoconfiança do país para realizar as mudanças que decidir fazer, e não falta patriotismo no Brasil para tanto.

Independentemente do que vier a ser decidido, nos próximos meses, sobre o primeiro período

de compromisso do Protocolo de Kyoto (2008-2012) e até sobre a continuação do Protocolo como um todo (dado o recente e chocante anúncio, do atual presidente dos Estados Unidos, George W. Bush, de que o país não cumprirá o compromisso de redução que assumiu em Kyoto), o efeito estufa afetará a Terra por séculos. À medida que seus impactos se tornarem mais óbvios e inegáveis, as medidas para minimizá-lo aumentarão. Mais cedo ou mais tarde, o papel das florestas tropicais será reconhecido e elas serão incorporadas aos mecanismos de combate ao efeito estufa, porque a lógica que sustenta a idéia de que a manutenção dessas florestas é benéfica é cientificamente firme. ■

SIE SÉCULO 21- Salão Internacional de Educação

Ciência e Tecnologia do Ensino

Participe como Expositor do Grande Evento Internacional
de Tecnologia da Educação
2ª Edição 2001

O SIE Século 21
vai colocar o seu produto
em contato direto
com um mercado de 50.000
estudantes, educadores,
professores, técnicos e empresários
formadores de opinião de todo o Brasil,
dos segmentos:

Universidades / pós graduação / MBA
Intercâmbio cultural / franquias
Ensino técnico-profissionalizante / treinamento empresarial
Ensino médio e fundamental
Educação infantil e especial
Centros de ciência e tecnologia
Cursinhos em geral
Cursos vocacionais
Escolas de idiomas
Escolas de: arte, música, desenho e outras
Ensino à distância e suas modalidades
Ensino inclusivo
Órgãos governamentais
Instituições financeiras / agências financiadoras
Softwares educacionais

Equipamentos de informática / portais educacionais
Telecomunicações / tvs educativas
Arte visual e home-pages educativas
Laboratórios escolares
Salas virtuais / vídeo-conferência
Clínicas esportivas
Editoras: livros didáticos, técnicos e infantis
Institutos de pesquisa e clínica psico-pedagógicas
Brinquedos pedagógicos e especiais
Móveis e instalações para estabelecimentos de ensino
Papeleria e material escolar
Educação ambiental
Arquitetura e engenharia
Revistas especializadas e mídia educacional



Reserve seu espaço

De **29** de Agosto a **02** de Setembro de **2001**

ITM - International Trade Mart - São Paulo

De Quarta à Sexta-Feira, das 13:00 às 20:00 h - Sábado e Domingo, das 10:00 às 18:00 h

Organização e Promoção



Patrocínio Institucional



**Maiores informações sobre
como participar do SIE Século 21**

Tel.: 11 6221.4945/6221.3633 Fax: 11 6221.8965

www.sie-seculo21.com.br

placam@sie-seculo21.com.br

Apoio Institucional



Transportadora Oficial



TOLL FREE 0800 997000
Código HRIO 088300

Local



Participação Especial do Grupo -
Associação de Escolas Particulares,
organizando o Seminário Técnico
nos dias e horários da Feira, e
apresentando pesquisas nas áreas
de Ensino em Geral





O clássico que faltava

Plantas tóxicas do Brasil

Carlos H. Tokarnia, Jurgen Dobereiner e Paulo V. Peixoto

Rio de Janeiro, ed. Helianthus, 320 pp., R\$ 130*

Acaba de ser lançado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro um livro que estava faltando. Difícil acreditar que uma obra deste gênero não tenha aparecido antes. Em um país como o nosso, com tanta riqueza vegetal, são poucos os escritos que oferecem uma visão correta das plantas com certas propriedades – sejam elas úteis ou prejudiciais ao homem. O que se escreve geralmente é baseado na voz popular, sem critério, sem discernimento, quase sempre fruto de compilação. Este livro, não.

Produto de longa experiência profissional, ele descreve com rigor as plantas tóxicas e seus efeitos e as consequências daí decor-

rentes para a economia pecuária do país. A pesquisa, desenvolvida por décadas de observação e experimentação, permitiu concluir que há, no Brasil, cerca de 70 plantas tóxicas de interesse pecuário. A maioria delas só ocorre no Brasil e em países vizinhos.

Uma 'parte geral' define o conceito de

'planta tóxica', restrito ao aspecto prático de interesse pecuário no Brasil. Em seguida, essas plantas são classificadas em função dos efeitos que causam nos animais. Assim estão reunidas, por exemplo, plantas que afetam o coração, como a notória erva-de-rato; plantas que afetam a digestão, como o mio-mio do Sul do país; plantas tóxicas para o fígado, como a coarana; plantas tóxicas para os rins, como espécies de caruru; plantas que causam perturbações nervosas, como o **canudo** do Nordeste, e muitas outras mais.

Fundamental é a parte experimental, onde é confirmada, através de experimentação, a toxicidade para animais em pastagens. É precisa a identificação botânica das espécies tratadas, confirmada com o auxílio de botânicos de reconhecida autoridade.

Todos os capítulos destacam os dados importantes sobre cada espécie vegetal tratada, com a seguinte subdivisão: dados gerais sobre a planta; hábitat e distribuição; os animais sensíveis e as condições em que se dá a intoxicação; sintomas: evolução do quadro clínico-patológico, achados de necropsia, histopatologia; diagnóstico; citação dos princípios tóxicos responsáveis, quando conhecidos; tratamento e profilaxia.

A editoração é primorosa. São abundantes as ilustrações colori-

das, não só das próprias plantas como também dos órgãos e tecidos dos animais afetados e dos respectivos cortes histológicos. Fotos e desenhos são originais, a maioria desses últimos devida à excelente colaboração artística de José Renato Gomes de Souza. Acompanham o texto mapas onde se apontam as regiões do Brasil nas quais as plantas descritas ocorrem e causam problemas.

Uma característica digna de nota é a apresentação da bibliografia, muito completa, com referências não só ao fim de cada capítulo mas ao fim de cada uma das espécies tratadas.

O livro está fadado a se tornar um clássico obrigatório. Ele é útil para profissionais e estudantes das áreas agropecuária e veterinária, fazendeiros e pecuaristas e mesmo para botânicos e biólogos em geral. Para os padrões de estudantes e estudiosos brasileiros o livro é caro (R\$ 130), mas, tendo em vista a abrangência e a seriedade do conteúdo, a despesa é mais do que justificada.

Walter Mors

Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais, Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Encomendas do livro podem ser feitas através do e-mail: tokarnia@ufrj.br. Até o dia 31 de julho, o preço é promocional: R\$ 110.



Arquivo Bernhard Gross

Coordenação de Informação
e Documentação – MAST

Rio de Janeiro, MAST, 98 pp., R\$ 8

O cientista alemão Bernhard Gross, que vive no Brasil desde 1934, desenvolveu diversas pesquisas de interesse e alcance internacionais, como as relacionadas com raios cósmicos (que resultaram na descoberta da ‘Transformação de Gross’). O Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) põe à disposição dos interessados um guia para ter acesso ao amplo arquivo sobre o pesquisador, com quase 1.500 documentos, instalado no acervo da instituição. Lá poderão ser encontrados registros biográficos e acadêmicos de um dos cientistas mais reconhecidos internacionalmente no campo das pesquisas sobre energia. O livro pode ser adquirido no museu, pelo telefone (21) 589-4965, ou pelo e-mail mast@omega.lncc.br.



Gramática do Kamaiurá – língua tupi-guarani do Alto Xingu

Lucy Seky

São Paulo, ed. da Unicamp, 482 pp., R\$ 39,80

Desde o final dos anos 60, Lucy Seky vem conduzindo um trabalho de investigação sobre o Kamaiurá, língua falada pela tribo indígena homônima que habita a região do Alto Xingu e que conta hoje com apenas 300 indivíduos. Neste livro, a autora apresenta os resultados de décadas de estudo, propondo uma descrição do Kamaiurá, cuja gramática nunca havia sido estudada antes. Dividida em sintaxe, morfologia nominal e verbal, aspectos do léxico e da fonologia da língua, a gramática também traça o panorama lingüístico do Alto Xingu e conta a história dos Kamaiurá, seu contato com o homem branco e com outras tribos indígenas da região.



Nascimentos da física (1901-1950)

José Maria Filardo Bassalo

Belém, EDUFPA, 503 pp., R\$ 25

Os principais fatos referentes aos conceitos de física formulados na primeira metade do século 20 estão descritos no livro *Nascimentos da física (1901-1950)*, que segue o caminho do primeiro volume, *Nascimentos da física (3500 a.C.-1900 a.D.)*, publicado em 1997. Com 2.432 verbetes, o novo volume dedica um capítulo para cada década e aborda temas como eletrodinâmica clássica e quântica, física atômica e nuclear (partículas elementares), além de astronomia, cosmologia e óptica. Também apresenta todos os laureados com o prêmio Nobel de física na primeira metade do século passado, assim como seus respectivos estudos. Com pequenos resumos dos assuntos, fórmulas e indicações bibliográficas, o livro é uma boa fonte para consultas.



Vida e morte no sertão – História das secas no Nordeste nos séculos 19 e 20

Marco Antonio Villa

São Paulo, Ática, 269 pp., R\$ 19,90

O autor conta em detalhes a história das secas no Nordeste, como a de 1877-1879, a maior do século 19, que matou aproximadamente 5% da população brasileira e transformou o Nordeste em região-problema. São descritas e analisadas também as diversas políticas desenvolvidas durante as secas dos séculos 19 e 20, entre elas a importação de dromedários para o transporte na região e a mudança do curso de determinados rios. Marco Antonio Villa relata que, em 1861, as causas das secas che-

garam a ser atribuídas até à ignorância dos sertanejos, que não utilizariam métodos eficientes de agricultura. Durante a República, outro exemplo de des-caso: o problema da seca foi ignorado pelo então presidente Manoel Ferraz de Campos Salles e por Rui Barbosa, senador pela Bahia na época, com o argumento de que qualquer gasto extra-orçamentário para ajudar os estados atingidos pela seca colocaria em risco a política de estabilização fiscal e monetária do país.



BIOLOGIA MARINHA Região é freqüentada por mais de 20 espécies desses mamíferos aquáticos

Os cetáceos da bacia de Campos



O mar brasileiro abriga dezenas de espécies de baleias, golfinhos, botos e toninhas, seja as que passam nele toda a vida, seja as que o incluem em suas rotas de migração. A bacia de Campos, junto à costa norte do estado do Rio de Janeiro, é uma das regiões em que esses mamíferos aquáticos são mais comumente avistados no país. Das 79 espécies existentes no mundo, 22 já foram encontradas naquela bacia. Por **Ana Paula Madeira Di Beneditto** e **Renata Maria Arruda Ramos**, do Laboratório de Ciências Ambientais (Centro de Biociências e Biotecnologia) da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Figura 1. Fêmea e filhote de baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) observados na bacia de Campos, a 22°25'S, em agosto de 1998

Os cetáceos são mamíferos que vivem exclusivamente na água, no mar ou em rios, conhecidos popularmente como golfinhos, botos, toninhas e baleias. Têm grande variação de tamanho: de 1,5 m até mais de 30 m, caso da baleia-azul (*Balenoptera musculus*), o maior animal existente hoje na Terra. Em sua evolução, os cetáceos adquiriram algumas adaptações anatômicas e fisiológicas para a vida no ambiente aquático.

As principais adaptações anatômicas são a localização do orifício respiratório na parte superior da cabeça, a forma hidrodinâmica do corpo, a ausência de pêlos na fase adulta (embriões, recém-nascidos e alguns animais jovens têm pêlos no 'bico', chamado de rostró), a nadadeira da cauda horizontal, a ausência dos membros posteriores e o posicionamento de órgãos sexuais e glândulas mamárias dentro da cavidade abdominal. Em termos fisiológicos, os cetáceos desenvolveram uma grossa

camada de gordura sob a pele, maior capacidade de armazenar oxigênio nos tecidos, maior capacidade filtradora nos rins e um sofisticado sistema de comunicação.

As 79 espécies atuais da ordem dos cetáceos estão divididas em duas subordens: mysticetos (com 11 espécies) e odontocetos (com 68). Em águas brasileiras, são encontradas 64% dos mysticetos e 46% dos odontocetos. Das 74 espécies marinhas, algumas têm hábitos costeiros e outras são tipicamente oceânicas. As cinco que habitam rios ocorrem na América do Sul e na Ásia.

Os mysticetos, conhecidos como baleias verdadeiras, têm uma fileira de barbatanas, e não dentes, na maxila superior. Para se alimentar, enchem a boca com água do mar e a expulsam através das barbatanas, que atuam como uma peneira, segurando crustáceos e pequenos peixes, depois engolidos. Os mysticetos realizam longas migrações, percorrendo

milhares de quilômetros entre as áreas de alimentação, situadas em mares mais próximos aos pólos, e as áreas de reprodução e cria, em águas subtropicais ou tropicais (figura 1). As migrações, anuais, ocorrem em épocas bem definidas. Em geral, os animais permanecem nos sítios de alimentação durante o verão (em cada hemisfério), iniciando a partir do outono a viagem rumo às áreas de reprodução, onde ficam no inverno. O retorno às áreas de alimentação acontece na primavera.

São exceções, quanto aos padrões migratórios, a baleia-da-Groenlândia (*Balaena mysticetus*) e a baleia-de-Bryde (*Balenoptera edeni*). A primeira permanece nas áreas ao redor do Ártico durante todo o ano, enquanto a segunda frequenta apenas áreas tropicais e subtropicais, de todos os oceanos.

Os odontocetos são os cetáceos com dentes. Alimentam-se em geral de peixes e outros animais marinhos, que perseguem e capturam. Não fazem migrações extensas e regulares, como a grande maioria dos misticetos, mas sua movimentação pode variar sazonalmente, em função da temperatura da água e da disponibilidade de alimento. Em geral, esses deslocamentos limitam-se à aproximação e ao distanciamento da linha da costa. As populações de odontocetos de porte pequeno – golfinhos, botos e toninhas – costumam restringir-se a uma região específica.

A bacia de Campos

Este estudo dos registros de cetáceos abrangeu a chamada bacia de Campos, área do mar brasileiro localizada ao longo da costa norte do estado do Rio de Janeiro, entre a foz do rio Itabapoana (21°18'S), que faz a divisa entre esse estado e o Espírito Santo, e o cabo Frio (23°S), que divide quase ao meio o litoral fluminense (figura 2).

Nessa área, a plataforma continental apresenta um alargamento, no sentido norte-sul, que se estende até a altura do cabo Frio. Em quase toda a bacia, o talude continental (a borda da plataforma) situa-se a cerca de 100 m de profundidade e entre 73 e 110 km da linha da costa. Próximo ao cabo Frio, porém, ocorre uma drástica modificação no perfil da plataforma: a distância entre o talude e a costa diminui consideravelmente, e a cerca de 9 km da praia já existem profundidades de 100 m.

As águas junto à costa, na bacia de Campos, fazem parte da corrente Costeira, e recebem importantes descargas de água doce, pois estão concentradas nessa área as desemboca-

das de rios importantes como o Itabapoana, o Paraíba do Sul, o Macaé e o São João. A corrente do Brasil, que se desloca para o sul, ao largo da costa, também é uma importante influência para essa bacia. No período de outono-inverno (abril a setembro), o núcleo da corrente do Brasil aproxima-se mais da linha da costa. Ao sul do cabo de São Tomé (22°S), são sentidos, em especial no período de primavera-verão (outubro a março) os efeitos da ressurgência (a chegada à superfície) de águas profundas vindas da área central do Atlântico sul, mais frias e menos salinas que as da corrente Costeira e da corrente do Brasil.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia de Campos são a pesca artesanal e a exploração de reservas de petróleo da plataforma continental. Todas as comunidades litorâneas da região praticam a pesca, utilizando cerca de mil barcos, e os fartos recursos pesqueiros atraem frota de outros estados, como São Paulo e Santa Catarina. A exploração das reservas locais de petróleo foi iniciada há 26 anos, e hoje a bacia de Campos é a maior área produtora do Brasil, com cerca de 60 poços em operação e mais de 70% da produção total do país. Em função das atividades petrolíferas, o tráfego de embarcações de grande porte intensificou-se na região, nos últimos anos.

A ocorrência dos cetáceos

Os primeiros registros de cetáceos na bacia de Campos estão nas listas de capturas da estação baleeira que operou no município de Arraial do Cabo entre 1960 e 1963. Após esse período, as referências a cetáceos restringem-se aos encalhes ocasionais e às suas interferências em operações de pesca. O acompanhamento sistemático desses animais na região, incluindo também avistagens, só foi iniciado em 1987. ▶

Figura 2. A área da bacia de Campos (em azul mais escuro) está situada entre a barra do rio Itabapoana e o cabo Frio, diante da costa norte do estado do Rio de Janeiro



Figura 3. Registros sobre cetáceos na bacia de Campos até 1999, incluindo os dados de captura da estação baleeira que funcionou em Arraial do Cabo entre 1960 e 1963

	CLASSIFICAÇÃO	NOME COMUM	NÚMERO DE REGISTROS			
			Captura	Encalhe acidental	Avistagem	Estação baleeira
Subordem Mysticeti	Família Balaenidae					
	<i>Eubalaena australis</i>	Baleia-franca-austral	-	1	26	-
	Família Balenopteridae					
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleia-jubarte	1	14	111	10
	<i>Balenoptera acutorostrata</i>	Baleia-minke	-	1	8	-
	<i>B. edeni</i>	Baleia-de-Bryde	-	1	5	12
	<i>B. borealis</i>	Baleia-sei	-	-	-	1.132
	<i>B. physalus</i>	Baleia-fin	-	-	-	84
	<i>B. musculus</i>	Baleia-azul	-	-	-	1
	Não identificados (*)		2	1	88	-
Subordem Odontoceti	Família Physeteridae					
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	-	1	-	243
	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote-pigmeu	-	1	-	-
	Família Pontoporiidae					
	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Toninha	178	6	36	-
	Família Delphinidae					
	<i>Steno bredanensis</i>	Golfinho-de-dentes-rugosos	5	2	6	-
	<i>Sotalia fluviatilis guianensis</i>	Boto-cinza	140	23	332	-
	<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-nariz-de-garrafa	5	4	7	-
	<i>Stenella attenuata</i>	Golfinho-pintado-pantropical	-	2	2	-
	<i>S. frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-Atlântico	6	6	1	-
	<i>S. longirostris</i>	Golfinho-rotator	3	-	1	-
	<i>Delphinus capensis</i>	Golfinho-comum-de-bico-longo	2	2	3	-
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Golfinho-de-Fraser	-	2	-	-
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca	1	2	-	-
	<i>Orcinus orca</i>	Orca	-	2	12	-
	<i>Grampus griseus</i>	Golfinho-de-Risso	-	-	2	-
	Família Ziphiidae					
	<i>Mesoplodon</i> sp.	Baleia-bicuda	-	-	1	-
	Não identificados (*)		161	11	861	-

(*) Informações (sem distinção entre espécies) fornecidas por pescadores ou observadores voluntários.

Ocorrem na região 22 espécies de cetáceos, o que representa cerca de 60% do total de espécies desses mamíferos registrado em águas brasileiras. As sete espécies de mysticetos que freqüentam o litoral brasileiro já foram registradas na bacia de Campos, assim como 15 das espécies de odontocetos encontradas no país (figura 3).

A presença dos cetáceos na bacia de Campos está associada a áreas de residência (onde esses animais realizam as atividades do seu ciclo de vida), áreas de ocupação sazonal (em função da disponibilidade de presas) e rotas migratórias (também uma forma de ocupação sazonal). Algumas espécies são tipicamente costeiras e outras aproximam-se da linha da costa em certas áreas geográficas e/ou durante algumas estações do ano, o que facilita a observação e os estudos sobre sua biologia.

Verifica-se, na região, a existência de áreas de residência para o boto-cinza (*Sotalia fluviatilis guianensis*) e para a toninha (*Pontoporia blainvillei*). As duas espécies realizam, nessas áreas, todas as

suas atividades alimentares e reprodutivas, incluindo a criação dos filhotes. Como têm hábitos costeiros, ambas são capturadas com freqüência pelos barcos pesqueiros que atuam na região (figura 4).

Outros odontocetos – o golfinho-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*), o golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) e o golfinho-comum-de-bico-longo (*Delphinus capensis*), por exemplo – têm distribuição mais ampla. Tais espécies foram avistadas, na bacia de Campos, em áreas afastadas da linha da costa no trecho entre a localidade de Atafona, no município de São João da Barra (21°35'S), e o município de Macaé (22°25'S). No município de Arraial do Cabo (23°S), porém, foram vistas em áreas costeiras, o que pode ser explicado pela existência de águas profundas mais perto da costa.

Variações espaço-temporais na disponibilidade de presas também influenciam os padrões de movimentação dos odontocetos. Existem, por exemplo, registros sazonais da presença da orca (*Orcinus orca*), espécie tipicamente oceânica, em águas pró-

FOTO DE ANA P. M. DI BENEDETTO

ximas à linha da costa na bacia de Campos. É provável que o padrão de distribuição sazonal da espécie esteja associado à sua alimentação, formada principalmente por peixes, focas (e assemelhados) e outros cetáceos.

A presença de cetáceos nas proximidades de plataformas de petróleo pode estar associada à grande quantidade de peixes atraída pelos descartes de lixo orgânico no mar e/ou ao abrigo proporcionado pela estrutura submersa. Já foi registrada a presença, na bacia de Campos, de golfinhos-de-Risso (*Grampus griseus*) alimentando-se de peixes junto a uma plataforma de petróleo. Golfinhos-de-dentes-rugosos e golfinhos-pintados-do-Atlântico também foram avistados buscando alimento nas proximidades de plataformas de petróleo ao largo da costa de Santa Catarina.

Todas as espécies de misticetos, exceto a baleia-de-Bryde, podem ser consideradas ocupantes sazonais da bacia de Campos, em especial durante o inverno e a primavera. A cada período de migração, ocorrem encalhes de um ou mais indivíduos (figura 5), quase sempre no retorno às áreas de alimentação. Ao final da época de reprodução, os animais estão mais debilitados, pois já usaram grande parte da reserva de energia (a camada de gordura sob a pele) acumulada no período anterior de alimentação. Aumenta também o risco de ataque de predadores, em especial para fêmeas e filhotes recém-nascidos.

FOTO DE RENATA M. A. RAMOS



Figura 4. Dois machos e duas fêmeas de toninha (*Pontoporia blainvillei*) capturados acidentalmente em operações de pesca na bacia de Campos, a 22°20'S, em dezembro de 1992

A bacia de Campos é uma região importante na rota de migração da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), concentrando sazonalmente parte da população que viaja para o arquipélago de Abrolhos, no sul da Bahia. Já para a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), essa região representa o limite norte de sua distribuição durante as migrações. As maiores concentrações da espécie no litoral brasileiro acontecem na costa de Santa Catarina. Os dados históricos da caça comercial demonstram a concentração sazonal de misticetos na bacia de Campos.

A atividade pesqueira na região é uma ameaça constante aos cetáceos, em especial aos de menor porte e que freqüentam áreas costeiras. Mas outros fatores que colocam em risco a conservação desses mamíferos – como a degradação ambiental decorrente da poluição das águas por produtos químicos – não podem ser esquecidos.

Figura 5. Macho de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), com 10 m de comprimento, encalhado na praia de Gargaú, no município de São Francisco do Itabapoana, em setembro de 1995



MEDICINA Nova terapia criada no Brasil pode evitar a infecção e curar a doença já instalada

Vacina de DNA contra a tuberculose

A tuberculose ainda infecta cerca de um terço da humanidade e mata milhões de pessoas por ano, em todo o mundo. Sua incidência aumentou nos últimos anos. Mas uma vacina criada por pesquisadores brasileiros surge como a maior esperança não só para prevenir a doença, mas também para curá-la, mesmo se já estiver instalada ou se o bacilo for resistente às drogas convencionais. Por **Célio Lopes Silva**, do Centro de Pesquisas em Tuberculose da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (Universidade de São Paulo).

A prevenção e o tratamento da tuberculose desafiam cientistas de todo o mundo desde que o bacteriologista alemão Robert Koch (1843-1910) anunciou a descoberta da bactéria causadora da doença, em 1882. As dimensões atuais desse mal – que infecta em torno de 2 bilhões de pessoas, um terço da população mundial – aumenta a importância da descoberta de novas formas de tratamento. Uma esperança para esse tratamento é a vacina genética (que carrega um pedaço do DNA do *Mycobacterium tuberculosis*) desenvolvida pelo Centro de Pesquisas em Tuberculose (CPT) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

Criada por uma equipe de pesquisadores (coordenada pelo autor), a vacina pode ser usada tanto para evitar que pessoas saudáveis sejam infectadas quanto para tratar as que já têm a doença. Essa atuação preventiva e curativa foi comprovada em testes com animais, com 100% de sucesso. A vacina genética também pode ser a solução para combater casos resistentes de tuberculose, em que os pacientes não respondem ao tratamento com os medicamentos convencionais.

O retorno de um antigo mal

A tuberculose é responsável hoje por 10 milhões de casos novos e 3 milhões de mortes por ano, e

18,5% dos adultos mortos pela doença têm entre 15 a 59 anos, fase mais produtiva da população. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o bacilo infecta 32% da população mundial, e metade dos doentes nunca recebeu tratamento. Na década passada, 300 milhões de pessoas foram infectadas, 90 milhões de novos casos da doença surgiram e 30 milhões morreram. Mais pessoas morreram de tuberculose em 1996 do que em qualquer outro ano da história.

A dinâmica da tuberculose, flagelo milenar, só começou a ser conhecida após a identificação do bacilo por Koch, há quase 120 anos. No passado, ela foi disseminada pelos fluxos migratórios ou em decorrência das guerras e da colonização das novas terras descobertas a partir do século 15. Antes dos antibióticos, o tratamento era precário, com alta taxa de mortalidade dos indivíduos afetados (entre 1850 e 1950, a doença matou 1 bilhão de pessoas). Por isso, era conhecida como a 'peste branca'.

O primeiro medicamento contra a doença, a estreptomicina, foi descoberto em 1946. Na década seguinte, surgiram as primeiras associações de drogas. Com o novo tratamento, os índices esperados de cura atingiram 95% dos casos, e acreditou-se que a tuberculose seria logo erradicada. No entanto, fatores relacionados à disseminação da doença mu-

daram o quadro de euforia para um cenário de recrudescimento mundial do mal. Destacam-se, entre esses fatores, o uso incorreto da terapêutica, o abandono dos tratamentos, o alto poder de infecção do *M. tuberculosis*, as migrações constantes e a formação de grandes aglomerados populacionais. A situação foi agravada pelos problemas associados à miséria em que vive grande parte da humanidade.

Nas últimas décadas, outros elementos vieram facilitar a propagação da doença: o aumento dos casos de resistência múltipla a medicamentos, o crescente consumo de tóxicos e a infecção pelo HIV (vírus da Aids). Cerca de 15% dos casos de tuberculose dos últimos anos estão associados à infecção pelo HIV. O surgimento de linhagens do bacilo resistentes às drogas habituais (em função, na maioria das vezes, do abandono de tratamentos) é hoje um dos problemas mais sérios para o controle da doença. Já foram isolados bacilos resistentes contra várias dessas drogas, e mesmo contra todas. Pacientes com tais bacilos têm poucas opções de tratamento — às vezes, nenhuma.

A perspectiva de eliminar o bacilo de todos os infectados no mundo é mínima. O *M. tuberculosis* aloja-se com maior frequência no pulmão, por tempo indefinido, mas pode infectar outros órgãos. O sistema de defesa do organismo controla o número de bacilos, evitando que a doença se instale, mas em geral não elimina a infecção. Quando a resistência orgânica é reduzida (por desnutrição, subnutrição, estresse ou outras doenças), o bacilo tende a se reproduzir intensamente e pode levar o indivíduo à morte, caso não seja tratado adequadamente. Se há demora no tratamento, a doença provoca graves lesões, que permanecem após a cura e causam grande sofrimento.

Após a instalação da doença, o paciente pode contaminar outras pessoas, principalmente através de gotículas (que contêm o bacilo) liberadas em acessos de tosse ou espirros. A disseminação da doença e a facilidade de contágio apontam para um quadro de aumento de sua letalidade, que precisa ser revertido com urgência. Assim, um modelo adequado de combate ou controle desse mal é uma necessidade premente.

Como é a vacina genética

Embora existam drogas eficazes contra a maioria dos casos de tuberculose, a vacinação e a imunoterapia são alternativas importantes para a proteção ou cura dos indivíduos infectados ou doentes. Hoje, o controle preventivo da tuberculose é feito em diversas partes do mundo através da vacina BCG, obtida entre 1906 e 1919 pela redução da virulência, através de passagens sucessivas em meios de cultura, de uma espécie do bacilo isolada de bovi-

nos (*Mycobacterium bovis*). O nome BCG (bacilo de Calmette-Guérin) é uma homenagem aos descobridores da vacina, os franceses Albert Calmette (bacteriologista, 1863-1933) e Camille Guérin (veterinário, 1872-1961).

Distribuído pelo mundo, o BCG vem sendo reproduzido sob diferentes condições de cultura, para ser usado como vacina. Vários estudos, no entanto, verificaram que a eficácia dessa vacina variava de zero a 70% entre diferentes populações. Por isso, tem sido intensa a busca por uma imunização mais segura e eficaz.

Na última década, avanços na tecnologia de vacinas trouxeram novas estratégias para obtenção e produção de substâncias imunogênicas (antígenos) e novos meios de apresentá-las às células do sistema imunológico, o que permitiu criar vacinas mais seguras, eficazes e polivalentes. Entre elas estão as vacinas de subunidades, formadas por antígenos purificados que podem ser obtidos da cultura dos próprios microrganismos ou sintetizados em laboratório. Mais recentemente, surgiram as vacinas gênicas (ou de DNA) e aquelas que usam microrganismos vivos para levar os antígenos para o organismo.

Feita com um pedaço do DNA do *M. tuberculosis*, a vacina criada no Centro de Pesquisa em Tuberculose, em Ribeirão Preto, representa um novo caminho para administrar antígenos e imunizações. Sua grande vantagem é fornecer às células do indivíduo vacinado a informação genética necessária para que elas mesmas fabriquem a proteína antigênica que irá ativar o sistema de defesa. Além disso, não apresenta os efeitos colaterais que podem surgir no uso de patógenos atenuados ou os problemas decorrentes da produção de vacinas de subunidades em microrganismos.

Para produzir a vacina, os genes do *M. tuberculosis* que contêm as informações para a síntese de proteínas antigênicas (hsp65, hsp70, MPT83, ESAT6, ML36, MT38 e ML10) foram isolados e ligados a fragmentos de DNA denominados plasmídeos. Os plasmídeos usados em vacinas têm seqüências de DNA que determinam sua seleção e replicação em bactérias (com isso, obtém-se grande quantidade de vacina) e seqüências que ordenam a expressão dos genes do bacilo em células de mamíferos (levando à produção dos

A vacina de DNA — de uso terapêutico — do CPT apresenta diversas vantagens em relação aos tratamentos convencionais contra a tuberculose

VANTAGENS DA VACINA/TERAPIA GÊNICA DO CPT

Previne o estabelecimento da infecção e da doença

Elimina a infecção pelo bacilo da tuberculose

Cura casos crônicos e casos de doença disseminada

Cura casos de tuberculose causada por bactérias resistentes a drogas

Impede a reativação da doença em animais imunodeprimidos

Encurta o período de tratamento efetivo de seis para dois meses (usando-se ao mesmo tempo a vacina e as drogas convencionais).

antígenos). Esses plasmídeos, cada um com apenas um dos genes clonados, foram introduzidos na bactéria *Escherichia coli*, que passou a produzi-los em larga escala. Após um processo de purificação, a vacina de DNA estava pronta para uso. Esse tipo de vacina é hoje a maior esperança não só contra a tuberculose, mas também contra outras doenças infecciosas ainda sem prevenção segura, como herpes, Aids, malária, hepatite, esquistossomose e dengue.

Além da prevenção, a cura

Os primeiros resultados positivos da vacina gênica em estudo no CPT foram apresentados em 1994, em Genebra (Suíça), em uma reunião da OMS específica sobre a doença. Desde então, os experimentos foram ampliados. Na época, camundongos vacinados por injeção intramuscular (por dois meses, com uma dose de 50 microgramas de DNA a cada 15 dias) e infectados com o bacilo duas semanas após a última imunização mostraram menor número de bactérias. Animais não vacinados tinham cerca de 1,2 milhão de bactérias por grama de tecido, enquanto nos vacinados o índice variou de zero a mil bactérias/g, valores considerados excelentes (a vacina com o DNAhsp65 alcançou o melhor resultado). O trabalho é extremamente delicado e o teste de cada vacina demora de seis a oito meses.

Do ponto de vista científico, a revelação dos resultados no encontro da OMS foi um enorme êxito. Os próximos passos seriam testar a vacina em outros animais (cobaias, coelhos e macacos) e depois em humanos, em três fases. Na fase 1, seria verificada a toxicidade, em cerca de 50 voluntários. Na fase 2, seriam observados os efeitos imunológicos (em torno de 300 pessoas). A fase 3, envolvendo pelo menos 150 mil pessoas, avaliaria a sua eficácia em uma população sob risco de tuberculose, acompanhada por pelo menos 12 anos. Ao todo, o processo poderia durar até 20 anos, com custos muito elevados (US\$ 700 milhões).

Apesar dos bons resultados obtidos, essas difi-

culdades levaram o grupo a mudar de estratégia. Em vez de usar a vacina de DNA para prevenir a infecção, decidiu-se pesquisar seu emprego no combate direto à infecção já instalada. O novo enfoque baseou-se ainda na estimativa da presença do bacilo em um terço da população mundial. Assim, utilizar a vacina com intenção terapêutica, e não só preventiva, seria uma solução mais interessante.

Os resultados da pesquisa brasileira, publicados na revista *Nature* a 15 de julho de 1999, mostraram que o uso da vacina/terapia gênica em animais previamente infectados com a *M. tuberculosis* virulenta evita o desenvolvimento da doença e elimina a infecção. Além disso, a terapia curou animais com a doença já instalada, mesmo quando estava disseminada por todo o organismo. Isso indica que essa terapia promove uma mudança radical na resposta imunológica, criando condições para o combate aos bacilos e a cura da doença, sem a ajuda de medicamentos. A continuação das pesquisas mostrou que até animais infectados com bacilos resistentes às drogas antituberculose são curados.

Obteve-se resultado igual em experiências que reproduziram, em camundongos, as condições observadas no estabelecimento da doença em humanos com o sistema imunológico deprimido. Quando as defesas orgânicas enfraquecem, bacilos latentes ou dormentes podem se reativar e se multiplicar, e a tuberculose se manifesta. O estudo usou animais infectados, em seguida tratados com drogas antibacterianas para criar o estado de latência e depois imunodeprimidos pela aplicação de corticosteróide. No grupo-controle, que não recebeu a vacina gênica, houve reativação da infecção e instalação da doença. No grupo em que a vacina foi aplicada, isso não aconteceu, principalmente nos animais que receberam três doses do DNA. A eliminação das bactérias latentes pela terapia gênica pode trazer benefícios significativos ao controle da tuberculose, talvez até levando à sua erradicação.

O uso da vacina de DNA como terapia gênica, e não em caráter preventivo, como as vacinas convencionais, elimina a infecção, impede a reativação de bacilos latentes e cura a tuberculose já estabelecida, sem perder o seu potencial profilático. Essa nova vacina traz benefícios práticos e estratégicos. É segura, eficaz, pode ser administrada em apenas uma dose, estimula amplamente a resposta imunológica, tem efeito protetor duradouro e pode reduzir a incidência da tuberculose. Além disso, é estável à temperatura ambiente (o que facilita o transporte e a armazenagem) e o custo de produção em larga escala é baixo. Esse conjunto de fatores favorece a realização de amplos programas de imunização em regiões de difícil acesso, ou seja, totalmente adequados à realidade brasileira. ■

À procura de novas drogas

Além das pesquisas com vacinas e com a terapia gênica, o Centro de Pesquisas em Tuberculose vem realizando testes, em busca de novos medicamentos antimicobacterianos, com centenas de amostras de extratos vegetais e de microrganismos enviadas por institutos de pesquisa brasileiros. O Centro foi declarado referência latino-americana para seleção e testes pré-clínicos de drogas antituberculose pelo programa Global Alliance, recentemente implantado, em que nações do Primeiro Mundo ajudam outros países às voltas com doenças emergentes e reemergentes a criar suas próprias drogas e obter capacitação científica.

ECOLOGIA Estudo permite definir estratégias de manejo e conservação do primata

Descobrendo o sagüi-da-cara-branca

Muitas espécies brasileiras de primatas são ainda pouco conhecidas.

Uma delas é o sagüi-da-cara-branca, um ágil e pequeno animal que vive em áreas restantes da mata atlântica no Sudeste do país. Agora, estudos realizados com um grupo desses sagüis, no Espírito Santo, coletaram informações importantes sobre as relações dos animais com o ambiente em que vivem, o que pode ajudar na definição de medidas de proteção para essa espécie. Por **Marcelo Passamani**, do *Museu de Biologia Professor Mello Leitão*, do *Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN)*.

A maior diversidade de primatas do mundo ocorre no Brasil, onde vivem mais de 75 espécies – o país listado em segundo lugar não tem sequer a metade disso. Esse número vem mudando, já que novas espécies são descritas no território nacional com certa frequência. Grande parte dessas espécies, no entanto, ainda é pouco conhecida. É o caso do sagüi-da-cara-branca (*Callithrix geoffroyi*), animal de pequeno porte (cerca de 350 g, quando adulto), que tem a pelagem branca na face, na testa e na garganta como característica mais marcante (figura 1). No restante do corpo, esse primata apresenta coloração cinza-escura, com anéis mais claros na cauda.

Esse sagüi habita áreas remanescentes de mata atlântica do sul da Bahia, leste de Minas Gerais e praticamente todo o Espírito Santo, em regiões de menor altitude. Ele foi capturado pela primeira vez em 1812, às margens do rio Jucu, perto da atual capital capixaba, pelo naturalista alemão Alexander Von Humboldt (1769-1859), que o classificou, mas pouco se sabia sobre sua biologia e ecologia. Só recentemente, mais de 180 anos após sua descoberta, começaram a ser desvendados alguns segredos do sagüi-da-cara-branca, graças a estudos realizados em um fragmento de mata atlântica pertencente à empresa Aracruz Celulose, no município de Aracruz (ES).

A primeira impressão dos pesquisadores foi a de que estudá-los não seria uma tarefa fácil, por serem muito ariscos e desconfiados. Assim, para ajudar a localizar e acompanhar o grupo, uma coleira com radiotransmissor foi colocada em um macho adulto (figura 2). Os pesquisadores chegavam ao local de pernoite do grupo de sagüis antes que acordassem e os acompanhavam nas atividades diárias. Após os primeiros dois meses, os animais estavam tão habituados aos pesquisadores que estes podiam tocá-los sem que se assustassem. A coleta de dados sobre o comportamento do grupo (movimentação, alimentação etc.) durou 14 meses.

As observações mostraram que, para efetuar todas as suas atividades e obter os recursos necessários à sua manutenção, o grupo de sagüis-da-cara-branca utiliza uma área de pouco mais de 20 hecta-

Figura 1. O sagüi-da-cara-branca (*Callithrix geoffroyi*) é facilmente reconhecido pela pelagem branca que cobre a face, a testa e a garganta



Figura 2.
A colocação de uma coleira com radiotransmissor, em um macho adulto, permitiu localizar e seguir o grupo de sagüis na mata

res (ha) de mata, e percorre de 480 a 1.980 m por dia, dependendo das condições climáticas e da eficiência na localização de alimentos. Para facilitar essa tarefa, os sagüis exibem uma clara tendência para procurar áreas próximas à borda da mata, onde a vegetação é mais densa, pois fatores como a maior luminosidade favorecem o crescimento de muitas plantas, entre elas os cipós. Esses locais concentram a maior parte dos recursos alimentares. Os animais memorizam a localização das árvores e cipós utilizados para a obtenção de gomas vegetais, seu principal alimento, e seguem – às vezes por vários dias consecutivos – as mesmas rotas em sua busca pelas fontes alimentares.

No final da tarde, encerradas as atividades diárias, os sagüis-da-cara-branca dirigem-se para copas de árvores isoladas e densamente recobertas por cipós, para pernoitar. O grupo movimenta-se lentamente na mata para chegar ao local de dormida e não utiliza a mesma árvore ocupada na noite anterior, provavelmente para confundir potenciais predadores e evitar ataques noturnos.

Goma, o alimento principal

Os sagüis-da-cara-branca alimentam-se basicamente de gomas vegetais, frutos, insetos e pequenos vertebrados. A goma é o principal recurso, representando quase 70%, em média, da dieta desses animais (figura 3), embora em alguns meses esse percentual aumente para mais de 90%.

Para obter a goma, os sagüis provocam lesões na casca de algumas árvores e cipós,

principalmente no final da tarde, para que a planta libere esse produto (figura 4) durante a noite, em um mecanismo de defesa, semelhante à casquinha que se forma em machucados na pele humana. Nas primeiras horas do dia, consomem a goma liberada. Esses animais, portanto, praticam uma espécie de 'extrativismo', para obter um 'café da manhã' altamente energético (a goma é constituída basicamente de carboidratos), que lhes dá forças para as suas atividades posteriores.

Como em um sistema de 'rodízio', as plantas roídas para a produção de gomas são usadas por dias ou meses consecutivos, sendo depois abandonadas, e então as feridas começam a cicatrizar. O número de lesões efetuadas nas árvores pelos sagüis-da-cara-branca é o suficiente para o fornecimento diário de goma: para evitar esgotar a fonte do recurso, eles mudam de área e de plantas roídas.

A exploração das gomas é possível porque os sagüis-da-cara-branca têm unhas modificadas em garras (que podem sustentá-los na posição vertical) e uma dentição especializada para a tarefa, com incisivos inferiores estreitos e alongados (capazes de provocar lesões na dura casca das plantas, para a liberação da goma). Como a goma é resistente à quebra por enzimas digestivas, e sua absorção pode

Figura 3.
A dieta do sagüi-da-cara-branca é composta principalmente por gomas, mas eles também comem invertebrados e frutas



Figura 4. As gomas são liberadas, por árvores e cipós, em lesões que os sagüis fazem na casca desses vegetais

FOTOS DE ANDRÉ ALVES

ser inibida por alguns de seus componentes, esses sagüis têm a primeira parte do intestino grosso (o ceco) muito desenvolvida e compartimentada, onde a goma é fermentada e degradada com a ajuda de bactérias e outros microrganismos. O processo é muito semelhante ao que acontece no estômago compartimentado dos ruminantes.

Durante um ano de estudo, o grupo de sagüis obteve goma em 216 plantas, de 12 espécies diferentes, sendo o ingá (*Inga stipularis*) a mais procurada (28,5% da quantidade de goma), seguida do arranha-gato (*Acacia paniculata*) e de uma espécie semelhante ao guaraná (*Paulinia carpopodia*) (figura 5). As plantas mais intensamente usadas foram espécies de cipós, o que demonstra a grande capacidade de adaptação desses primatas a áreas de vegetação secundária e capoeiras, onde esse tipo de planta é mais abundante.

Insetos completam a dieta

As gomas fornecem grande quantidade de carboidratos, mas os sagüis precisam ainda de proteínas em sua alimentação diária. Para isso, saem à caça de pequenos invertebrados, em especial insetos, ou pequenos vertebrados, como pererecas. Nessa atividade, agem separadamente uns dos outros e movimentam-se lentamente, procurando as presas entre a densa folhagem da mata. Encontrada a presa, os sagüis saltam sobre ela com muita agilidade e em geral comem todas as partes do corpo, começando pela cabeça (figura 6).

Em algumas ocasiões, todos os integrantes do grupo acompanham as formigas-correição, que deslocam-se em caravanas no chão da mata, mas permanecem em troncos e galhos próximos, a cerca de 1 m do solo, descendo apenas para capturar as presas, quando estas fogem das formigas. Os invertebrados mais consumidos são da ordem Orthoptera (grilos, gafanhotos, bichos-pau, louva-a-deus e baratas), mas besouros, aranhas e caracóis também são apreciados, além de alguns vertebrados, como pererecas e pequenos lagartos (figura 7).

O tempo gasto pelos sagüis-da-cara-branca para se alimentar de invertebrados não é o mesmo ao longo de todo o ano. Na estação seca, quando a oferta de recursos desse tipo diminui, eles investem mais tempo na procura por eles. Isso indica que, se há fartura de insetos, os integrantes do grupo suprem suas necessidades de proteína com o menor gasto de energia possível, mas quando ocorre escassez eles precisam, para atender às exigências metabólicas, aumentar o tempo dedicado à 'caça'.

Os sagüis também consomem frutos, de modo mais intenso – como no caso dos insetos – na estação chuvosa, quando se dá a frutificação de boa parte das espécies da mata atlântica. Essa parte da

Espécie (tipo)	Família	(%)
<i>Inga stipularis</i> (A)	Leguminosas	28,5
<i>Acacia paniculata</i> (C)	Leguminosas	22,3
<i>Paulinia carpopodia</i> (C)	Sapindáceas	19,2
<i>Bauhinia angulosa</i> (C)	Leguminosas	8,3
<i>Dictyoloma incanescens</i> (A)	Rutáceas	6,8
Outras	–	14,9

dieta incluiu 18 espécies de frutos, sendo quase todos de pequeno tamanho e fácil acesso, exceto as vagens do ingá, nas quais os animais se penduram para comer o arilo que envolve as sementes. Todos os demais frutos foram abocanhados na própria planta ou conduzidos à boca pelas mãos.

Ameaças para a espécie

Embora faça parte da lista de espécies vulneráveis à extinção elaborada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o sagüi-da-cara-branca parece ser, entre os primatas que ocorrem no Espírito Santo, o que corre menor risco, atualmente. Populações da espécie podem ser encontradas em importantes reservas e áreas de preservação no estado.

A grande capacidade de adaptação a ambientes alterados e a especialização na exploração de gomas ajudam em sua preservação. No entanto, algumas populações da espécie estão declinando em consequência de capturas ilegais, que alimentam o comércio clandestino de animais silvestres, e principalmente por conta da destruição de seu hábitat, a mata atlântica. Essa exuberante floresta cobria mais de 85% da

área do Espírito Santo, mas hoje está reduzida a menos de 9% da cobertura ▶

Figura 5. Principais espécies – de árvores (A) e cipós (C) – utilizadas pelos sagüis-da-cara-branca para a obtenção das gomas

Figura 6. Para obter proteínas, os sagüis caçam e comem pequenos animais, entre eles vários tipos de insetos

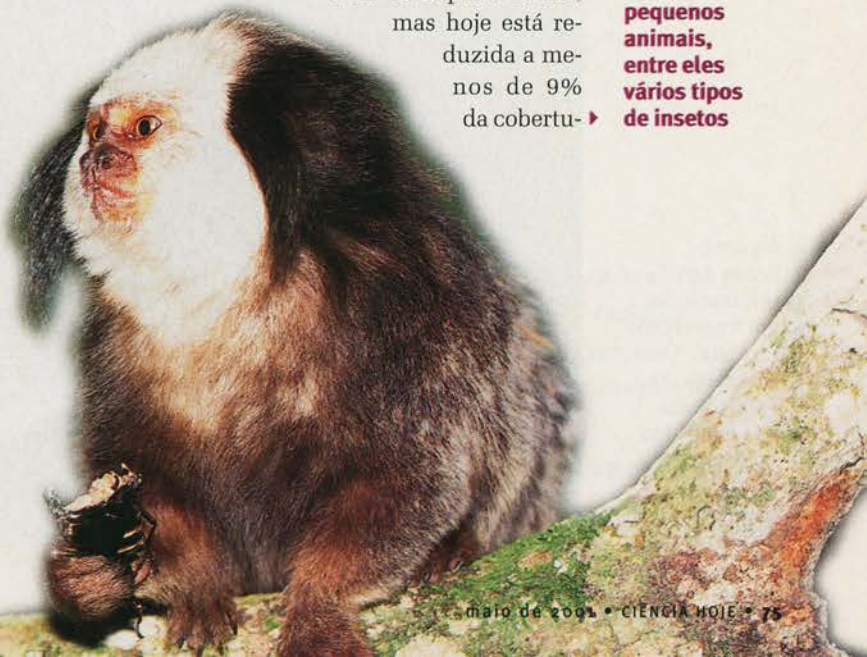


Figura 7. Tipos de invertebrados e pequenos vertebrados capturados pelos sagüis-da-cara-branca para complementar sua dieta

TIPO DE PRESA	%
INVERTEBRADOS	
Ortópteros (total)	71,3
Grilos	19,4
Bichos-pau	13,2
Esperanças	11,1
Louva-a-deus	4,9
Baratas	1,4
Gafanhotos	0,7
Não-identificados	49,3
Coleópteros (besouros)	4
Lepidópteros (borboletas)	1,5
Homópteros (cigarras)	1
Larvas de insetos	2
Aracnídeos (aranhas)	4,5
Gastrópodes (caracóis)	13,4
VERTEBRADOS	
Perereca (<i>Hyla</i> sp.)	1,5
Lagarto (<i>Anolis</i> sp.)	1
TOTAL	100

ra original. Além disso, a mata restante está dividida em fragmentos em geral pequenos, o que isola as espécies animais (como os sagüis) e contribui para a perda da diversidade genética.

Para tentar reverter esse processo, grupos de sagüis-da-cara-branca – antes em cativeiro – vêm sendo reintroduzidos em fragmentos de mata nativa, no Espírito Santo. Os resultados, porém, mostram que a tarefa não é muito fácil. Os animais são soltos após um processo de aclimação, de uma a duas semanas, em viveiros instalados no interior da mata (figura 8), e usam coleiras com radiotransmissores, para permitir seu acompanhamento e avaliar sua readaptação. O principal problema verificado foi a alta taxa de predação dos sagüis reintroduzidos, principalmente por gatos-do-mato. A falta do aprendizado natural de identificação dos potenciais predadores, aliada ao estresse da mudança de ambiente, torna os animais soltos presas fáceis.

Os resultados ecológicos obtidos nesse estudo – sobre dieta, área utilizada, padrão de atividades e habitats preferidos – e a avaliação das reintroduções são subsídios extremamente importantes para a definição de estratégias de manejo e conservação da espécie. Aspectos relevantes, porém, permanecem obscuros, como aqueles relacionados ao sucesso reprodutivo, à influência da predação na densidade populacional e à fragmentação do habitat. Quanto a essa última questão, uma iniciativa que pode ajudar a afastar as ameaças à espécie é a criação de corredores ecológicos, conectando os fragmentos de mata, para aumentar a probabilidade de recolonização e reduzir as taxas locais de extinção. ■

Figura 8. Antes da reintrodução em fragmentos de mata, os sagüis-da-cara-branca são mantidos em viveiros, para aclimação ao ambiente



HÁ 150 ANOS ERA PUBLICADO LIVRO SOBRE OS PARADOXOS DO INFINITO

Os limites da matemática clássica



MEMÓRIA

77

Em 1851 era publicado, em língua alemã, um pequeno livro intitulado *Paradoxos do infinito*, de autoria do matemático e filósofo tcheco Bernard Bolzano (1781-1848).

Publicado três anos depois de sua morte, o trabalho abordava de forma nova e original o conceito de infinito – suma formulação cheia de paradoxos.

A primeira noção do infinito tem sua origem no princípio da contagem. Ao contar e ordenar – um, dois, três..., o primeiro, o segundo... – percebemos, através do discernimento, que sempre podemos acrescentar mais um elemento, experimentando assim o infinitamente grande. Outra noção é a do infinitamente pequeno, em que uma grandeza pode ser subdividida indefinidamente: é o caso de um segmento de reta dividido ao meio, cujas metades são subdivididas ao meio e as partes resultantes são novamente subdivididas, de forma indefinida.

Os paradoxos relacionados com o infinito tornaram-se famosos na Grécia e foram muito estudados na Idade Média de modo especulativo e metafísico. Entre esses paradoxos, destacam-se os apontados pelo filósofo e matemático grego Zenão de Eléia (c.430-c.490 a.C.) que apresentou as dificuldades lógicas que aparecem ao lidarmos com o conceito de infinito. Dois desses paradoxos são a 'dicotomia' e a 'flecha'. No primeiro, Zenão defende que, se um segmento de reta pode ser subdividido indefinida-

mente, então o movimento é impossível pois, para percorrê-lo, é preciso antes alcançar seu ponto médio e, antes ainda, alcançar o ponto que estabelece a marca de um quarto do segmento, e assim por diante, *ad infinitum*. O movimento, portanto, jamais começará. No segundo paradoxo, ele diz que, se o tempo é formado de instantes atômicos indivisíveis, então uma flecha em movimento estará sempre parada, já que, em cada instante, ela estará em uma posição fixa. A flecha, então, jamais se moverá.

Muitas explicações foram dadas para os paradoxos de Zenão. Faltava uma linguagem apropriada para falar do infinito. Por outro lado, o paradoxo causa desconforto porque sua abordagem lógica e coerente nega a realidade que observamos e experimentamos. Tal é o desconforto que os infinitésimos foram totalmente excluídos da geometria demonstrativa grega.

O racionalismo grego tanto promoveu como tentou explicar os paradoxos. Por volta do ano 350 a.C., a escola platônica apresentou uma resposta, através do método de exaustão, creditada ao

matemático grego Eudoxo (408-353 a.C.). Esse método foi muitíssimo utilizado pelo também matemático grego Arquimedes (c.287-212 a.C.), para calcular diversas áreas e volumes. Os resultados de Arquimedes serviriam de base para as verificações da eficácia do cálculo infinitesimal feitas posteriormente pelo matemático alemão Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e pelo matemático inglês Isaac Newton (1642-1727).

O método de exaustão admite que uma grandeza pode ser indefinidamente dividida e baseia-se no seguinte postulado: "Se de uma grandeza qualquer subtrai-se uma parte não menor que sua metade, do restante subtrai-se também uma parte não menor que sua metade, e assim por diante, chegando, por fim, a uma grandeza menor que qualquer outra predeterminada da mesma espécie". Ou seja, não sobra nada.

O axioma resolve o primeiro paradoxo, de maneira ao mesmo tempo brilhante e marota, ao postular que um determinado processo infinito tem fim, esgotando assim a grandeza inicial. Tal procedimento, aceito pelo racionalismo

Há 150 anos

grego, caracteriza-se pela axiomatização de verdades primeiras, das quais todas as outras devem ser deduzidas. Esse é o critério de verdade inicialmente apresentado pelo matemático e filósofo grego Tales de Mileto (c.624-545 a.C.) e desenvolvido pela escola pitagórica. Um exemplo famoso é o **teorema de Pitágoras** (filósofo grego, século 6 a.C.), considerado verdadeiro porque foi deduzido e demonstrado a partir de axiomas, tidos como verdades primeiras e indelévels.

Esse mesmo teorema era conhecido experimentalmente por inúmeros povos. Mas, para os gregos, a verdade não vinha da experiência nem poderia ser apreendida pelos nossos sentidos – imperfeitos –, que nos remetem apenas ao conhecimento de uma representação grotesca da realidade absoluta. Só seria possível ter acesso à luz verdadeira através da dedução ou método axiomático.

Outro grande problema relacionado com o infinito foi a constatação pelos pitagóricos da existência de segmentos que não podem ser medidos, como a hipotenusa de um triângulo retângulo cujos catetos medem 1 cm cada um. Essa impossibilidade não acontece na prática e parece mesmo uma questão improcedente, já que podemos medir qualquer segmento; basta ter uma régua. Mas, novamente, o tipo de racionalidade grega produziu esse tipo de questionamento, em que se constata que não existem núme-

ros suficientes para medir todos os segmentos nem para medir a área de um círculo de raio unitário. Surge assim o problema dos números irracionais, incluindo aí o lendário número π .

A insuficiência do sistema numérico perturbou a racionalidade grega. A escola platônica contornou o problema com a teoria das proporções de Endoxo para tratar os segmentos incomensuráveis descobertos por Pitágoras. Mas não conseguiu resolver a questão, principalmente a da área de círculos. Na Idade Média, foram feitas inúmeras abordagens metafísicas com relação à natureza do infinito, todas elas inócuas. No Renascimento, o matemático italiano Francesco Bonaventura Cavalieri (1598-1647) retomou o velho conceito das partes atômicas indivisíveis abandonado pelos gregos, para construir um princípio muito útil no cálculo de áreas e volumes – o conhecido princípio de Cavalieri, ensinado nas aulas de geometria da escola fundamental.

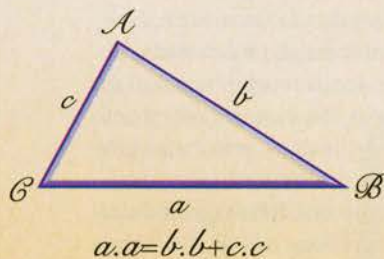
Cavalieri foi aluno do matemático e astrônomo Galileu Galilei (1564-1642), que expressava claramente a dificuldade de entender ontologicamente o infinito devido a seus inúmeros paradoxos. Galileu concluiu que infinito e indivisibilidade são, em sua própria natureza, incompreensíveis para nós e apontou que os atributos ‘maior’, ‘menor’ e ‘igual’ não fazem nenhum sentido quando usados para comparar quantidades infinitas. Por exemplo, pode-se fazer uma correspondência entre o conjunto dos números pares e o de todos os números inteiros, associando cada número inteiro n a um número par $2n$. Como é possível fazer a correspondência um a um, não se pode afirmar que o total de números pares é menor do que o de números inteiros. Isso contradiz um axioma básico da racionalidade grega, que diz que o todo é maior que a

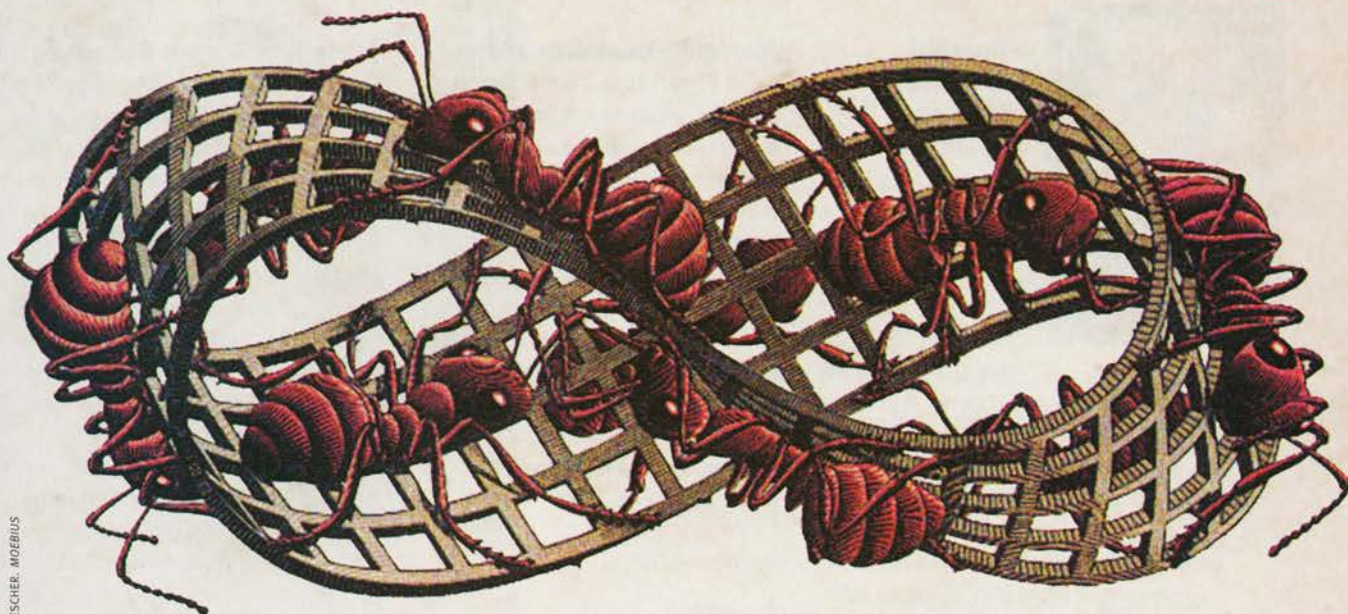
parte. Surge então outro paradoxo, o dos conjuntos com infinitos elementos.

A partir do século 16, o conhecimento matemático avança consideravelmente, como resposta às necessidades do mundo pós-renascentista e da ciência moderna, que requer o completo controle dos fenômenos naturais e a quantificação dos conceitos e grandezas emergentes, como força e aceleração, temperatura e pressão, velocidade e tempo etc. Dentro desse contexto histórico, a matemática torna-se operacional e o infinito começa a ser tratado de maneira intuitiva, tendo como justificativa a funcionalidade. Os resultados passam a justificar qualquer procedimento: todo raciocínio é válido desde que funcione e os resultados possam ser verificados.

Pelos três séculos seguintes (16, 17 e 18), o método dedutivo – a racionalidade grega – foi atropelado. Newton e Leibniz oficializaram esse atropelo com a teoria dos infinitesimais que culminou no teorema fundamental do cálculo – a grande ferramenta para calcular áreas, volumes e resolver equações diferenciais. Ninguém entendia o que era exatamente um infinitésimo indivisível, mas como o método e o raciocínio funcionavam bem, não se exigia fundamentação. Um dos que criticaram os infinitesimais foi o filósofo e bispo irlandês George Berkeley (1685-1753), que os chamou de “fantasmas de quantidades que expiraram”. Na época, o problema dos números irracionais ainda não havia sido resolvido, mas continuou atropelado.

Entre os intelectuais que se sentiram incomodados com a falta de fundamentação destacam-se o filósofo e matemático francês Jean le Rond D’Alembert (1717-1783) e o matemático alemão Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Por volta de 1850, era consenso a necessidade de uma revi-





são completa dos fundamentos da matemática. Muitos fatos contribuíram para isso. Um dos mais importantes foi o aparecimento das geometrias não euclidianas em torno de 1830, introduzidas pelo matemático húngaro Janos Bolyai (1802-1860) e pelo matemático russo Nikolai I. Lobachevsky (1792-1856). Essas geometrias puseram em dúvida a própria noção de axioma e o sistema hipotético dedutivo característico da racionalidade grega.

A revisão consistia em demonstrar os resultados sem apelar para intuições geométricas espaciais. Para isso, seria necessário definir todos os conceitos aritmeticamente, encontrar uma linguagem adequada para lidar com o infinito e determinar precisamente a noção de limite. Essa tarefa começou a ser feita pelo matemático francês Augustin L. Cauchy (1789-1857) e levada a cabo pela escola alemã na segunda metade do século 19.

A questão dos irracionais só foi resolvida em 1872 pelos matemáticos alemães Georg Cantor (1845-1918) e Julius W. R. Dedekind (1831-1916) independentemente e de maneiras diferentes. Esse movimento ficou conhecido

como aritmetização da análise. Toda a intuição geométrica foi abolida e as demonstrações passaram a ser puramente analíticas, formais e rigorosas, dentro dos princípios do método hipotético dedutivo dos gregos. O problemático infinito foi então tratado com uma linguagem aritmética finitista, e a teoria dos conjuntos começou a se impor, preparando a base dos fundamentos da matemática do século 20.

É nesse cenário que surgiu o matemático e filósofo tcheco Bernard Bolzano (1781-1848). Filho de imigrante italiano, tornou-se padre e foi professor de religião na Universidade de Praga. Tinha forte inclinação para a lógica e a matemática. Sempre viveu nessa cidade inexpressiva e longe de qualquer centro cultural importante da época. Homem de língua e cultura alemãs, possuía um vasto conhecimento em várias áreas do saber, podendo ser considerado um precursor da aritmetização da análise. Em 1817, Bolzano tinha plena certeza da necessidade de rigor na análise matemática. Infelizmente, seu trabalho matemático foi ignorado por seus contemporâneos, e vários de seus resultados só se-

riam apreciados posteriormente.

Bolzano estudou vários exemplos análogos ao paradoxo de Galileu. Parece ter percebido que o infinito dos possíveis números irracionais era de um tipo diferente do dos números naturais – noção primordial que caracteriza a teoria dos números transfinitos proposta por Cantor no final do século 19. Em seu trabalho *Paradoxien des unendlichen* (Paradoxos do infinito), Bolzano percebeu, em um verdadeiro lance de gênio, que o paradoxo de Galileu poderia ser interpretado como uma característica genuína dos conjuntos infinitos. É exatamente essa característica que foi fundamental para o estabelecimento do cálculo sobre uma teoria de conjuntos infinitos, rigorosamente desenvolvida no final do século 19. Gênio abandonado, Bolzano desafiou sozinho o pavoroso e aterrorizador infinito.

Antônio Zumpano

Departamento de Matemática,
Universidade Federal
de Minas Gerais



Marconi e Landell de Moura I

É inegável a valiosa contribuição dada por Marconi às telecomunicações modernas, mais por seu espírito empreendedor do que por seu espírito inventivo. No entanto, a história deixa de fazer justiça a um brasileiro que, antes de Marconi, já havia feito uma transmissão de voz utilizando ondas eletromagnéticas: Roberto Landell de Moura. Esse esquecimento histórico talvez se deva ao fato de que o nosso pioneiro não estava no 'centro do mundo'.

CLODOGIL FABIANO
RIBEIRO DOS SANTOS
PONTA GROSSA, PR

O centenário da primeira transmissão telegráfica entre a Europa e a América do Norte, usando ondas eletromagnéticas, foi registrado na sessão 'Memória' (CH nº 168) porque, para o desenvolvimento das telecomunicações, foram fundamentais as inovações técnicas e as iniciativas empresariais do italiano Guglielmo Marconi. A CH reconhece o pioneirismo do padre Landell de Moura como inventor, mas lembra que seu trabalho não teve a continuidade merecida. Embora os temas da referida sessão sejam definidos em função de datas 'redondas' da história da ciência, a CH admite que faltou no artigo sobre Marconi uma menção ao inventor brasileiro.

Marconi e Landell de Moura II

(...) A CH nº 168 (...) publica matéria onde é enaltecida a obra de Guglielmo Marconi, cientista italiano, no campo das telecomunicações. Imploro que essa conceituada revista compre um exemplar do livro de Ernani Fornari, *O incrível padre Landell de Moura*, injustiçado e incompreendido em seu tempo. (...) O gaúcho Roberto Landell de Moura, nascido em Porto Alegre a 21 de janeiro de 1861, bem antes de Marconi já fazia transmissão sem fio na cidade de São Paulo. (...)

NUNO SOUTO MAIOR
RIO DE JANEIRO, RJ

O século de Einstein

Gostaria de salientar que a entrevista com Michel Paty (*O século de Einstein*, CH nº 166) deixou muito a desejar (...). O assunto em si era oportuno, mas o resultado foi uma insossa entrevista. (...) Sem ufanismos, há vários pesquisadores terrestres que proporcionariam material mais consistente do que a apaixonada visão de um Einstein filósofo (?) e religioso (!) do francês Paty. (...) Restou uma imagem deveras distorcida de Einstein, questionavelmente defendida. CH poderia, por exemplo, mencionar o quão mal Einstein tratou sua esposa enquanto viveram juntos. Se não para apoiar a luta da mulher oprimida ou ser fiel à história, ao menos para mostrar que nós, brasileiros religiosos e não-machistas, consideramos Einstein um grande cientista. Humano, sim, mas ... humanista?

ALDEBARO KLAUTAU
SAN DIEGO, CALIFÓRNIA
(ESTADOS UNIDOS)

A bradicinina e o Butantan

O artigo 'Em defesa da saúde pública' (CH nº 169) comete um significativo erro histórico. Segundo esse artigo, a revolucionária descoberta da bradicinina deve-se a pesquisadores do Butantan. Mas, na verdade, dos três descobridores, apenas Gastão Rosenfeld era do Butantan. O autor principal, Maurício Rocha e Silva, era do Instituto Biológico, e Wilson Beraldo era então um jovem assistente da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. No artigo 'Marcos brasileiros' (CH nº 140), fonte citada pelos autores do artigo, a informação está correta, mostrando que a descoberta, um dos orgulhos da ciência brasileira, foi feita no Instituto Biológico, em 1948. (...) Ofereço-me como testemunha ocular daquele tempo já remoto: ainda muito jovem, fui levado por meu pai ao Instituto Biológico para admirar uma amostra de um pozinho esbranquiçado, que o 'velho' tinha batizado com o estranho nome de bradicinina.

MAURICIO ROCHA E SILVA
SÃO PAULO, SP

A CH esclarece que a menção à descoberta da bradicinina foi incluída no artigo sobre o Butantan por sugestão da redação, com a intenção de registrar a participação nela daquela centro de pesquisas, embora o mérito maior seja do Instituto Biológico e de Maurício Rocha e Silva, como está no artigo 'Marcos brasileiros'.

Correção

A nota sobre as *Tirinhas da física* — na seção 'Na estante' (CH nº 168) —, indicou erradamente o número do telefone do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) para o atendimento dos interessados em adquirir essa publicação, que visa facilitar a compreensão de conceitos básicos da física. O número correto é: 0xx21-586-7100.

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

technologia

REFINO

aproveitamento
total do petróleo



A SEPARAÇÃO DO PETRÓLEO



BRUTO EM SEUS DERIVADOS

ALTA TECNOLOGIA E REGULAÇÃO ESPECÍFICA PERMITEM ADEQUAR PERFIL DE PRODUÇÃO À DEMANDA E MINIMIZAR RISCOS

Conhecido por muito tempo como o 'ouro negro', o petróleo já provocou guerras e é hoje uma das mercadorias mais importantes do comércio internacional. Por isso, é estranho admitir que esse recurso, na forma em que é extraído do subsolo, não serve para nada. No passado, o petróleo bruto foi muito usado para calafetar barcos e como iluminante, mas hoje sua importância está nos derivados – combustíveis e matérias-primas industriais – obtidos com o seu fracionamento, através de diversos processos de refino. Refinar o petróleo, portanto, é uma etapa indispensável na cadeia que liga a pesquisa e a produção desse recurso ao consumo dos combustíveis dele derivados e de uma infinidade de produtos nos quais são empregados compostos dele extraídos.

Existem relatos antigos sobre a separação de diferentes mate-

riais presentes no petróleo através do seu aquecimento, mas a produção de derivados por destilação, um processo conhecido desde a Antiguidade, só se desenvolveu quando a perfuração de poços garantiu (a partir de 1859) a produção constante e crescente desse recurso. De início, a destilação simples produzia apenas o querosene, um óleo iluminante que substituíam com vantagens a gordura de baleia e de outros animais. O material restante (a maior parte do petróleo levado às caldeiras) era simplesmente jogado fora.

Durante cerca de meio século o querosene foi o único derivado de amplo uso no mundo, mas a partir do início do século 20, em especial com a entrada em cena dos veículos que utilizam motores de combustão interna, a demanda por combustíveis de maior qualidade levou ao aperfeiçoamento

da destilação e a outros métodos para o melhor aproveitamento do petróleo. Hoje, o refino produz gases mais leves (matérias-primas para indústrias, inclusive as de plásticos), gás liquefeito de petróleo (o GLP, conhecido como gás de cozinha), gasolina (inclusive para aviões), naftas (solventes e matérias-primas para indústrias), querosene (combustível e iluminante), diesel (para motores de diferentes veículos, inclusive trens e navios), óleos combustíveis (de uso industrial), lubrificantes e parafinas (de variado uso industrial – até em cosméticos, medicamentos e alimentos), asfaltos (para vários tipos de impermeabilização) e coque (combustível para fornos e alguns produtos industriais).

O refino do petróleo sofisticou-se a tal ponto que os métodos atuais permitem adequar o perfil

de produção de derivados às necessidades da sociedade à qual se destinam. Se com os métodos tradicionais de destilação os derivados básicos (GLP, naftas, querosene, diesel e óleo combustível) eram extraídos em percentuais mais ou menos fixos, dependendo da qualidade do petróleo bruto destilado, agora é possível produzir maior quantidade relativa de um deles, evitando excessos de produção de outros. Essa sofisticação também acompanha as exigências sociais em termos de segurança para trabalhadores e populações e de preservação ambiental. Assim, de uma atividade que inicialmente livrava-se dos seus resíduos de qualquer forma, o refino de petróleo é hoje uma das indústrias mais criteriosamente reguladas e que mais investem em segurança e na proteção do meio ambiente.

TECNOLOGIA EM CONSTANTE EVOLUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico do refino de petróleo passou por várias etapas, desde o método de destilação empregado nos primórdios dessa indústria, em que os vapores produzidos pelo aquecimento do petróleo condensavam-se em recipientes superpostos. Além do querosene, essa destilação rústica também produzia a nafta, com ponto de ebulição mais baixo, usada inicialmente como solvente, e materiais de alto ponto de ebulição que podiam ser empregados como lubrificantes e combustíveis, embora na época esse uso potencial ainda não fosse reconhecido.

A separação dos derivados básicos ocorre, na destilação, porque o petróleo é composto por hidrocarbonetos (moléculas formadas basicamente de hidrogênio e carbono) de diferentes tamanhos: desde o metano, com um átomo de carbono e quatro de hidrogênio (CH_4), até hidrocarbonetos com centenas ou milhares de átomos desses elementos. Como o ponto

de ebulição de cada molécula dessas aumenta em função do seu tamanho, os derivados mais leves vaporizam-se com o aquecimento e são recuperados quando se condensam, em diferentes níveis de temperatura.

Nas décadas iniciais do século 20, o desenvolvimento dos veículos automotores e seu uso nos transportes em geral, em substituição aos veículos de tração animal, exigiu a produção de combustíveis mais adequados aos novos motores e em maior quantidade. Essa pressão fez a tecnologia de refino se desenvolver: surgiram as torres de fracionamento, que separam com maior eficiência os diversos derivados e aumentam sua qualidade final, e o craqueamento térmico, que permite quebrar, sob a ação do calor, as moléculas de óleos mais pesados (cuja produção é maior do que a demanda) em fragmentos menores, correspondentes a derivados mais leves, como gases, GLP, gasolina e outros.

Daí em diante, a evolução tecnológica tornou-se constante nessa atividade, gerando novos processos como o craqueamento catalítico (sob pressão e com o uso de compostos químicos como catalisadores) e a alquilação (fusão de hidrocarbonetos menores para produzir combustíveis de maior poder de combustão, como a gasolina de aviação), surgidos ainda nos anos 30. Novos avanços levaram a métodos modernos como reformação (reorganização da estrutura de alguns hidrocarbonetos para obter derivados mais necessários, como gasolina, GLP e diesel), destilação a vácuo (que altera os pontos de ebulição dos derivados), hidrogenação (que troca por hidrogênio elementos indesejáveis, como enxofre, nitrogênio e outros, presentes nas moléculas dos hidrocarbonetos), coqueamento (transformação de óleos combustíveis em coque industrial e siderúrgico, que recupera parte desses óleos para produção de derivados mais leves)





e mesmo métodos mistos, como o coqueamento catalítico na presença de hidrogênio.

Os diferentes métodos têm grande importância não para a descoberta de novos produtos, mas para adequar o perfil de produção dos derivados às necessidades de consumo de cada país. O processo de destilação atmosférica, por exemplo, produz em média, dependendo do tipo de petróleo, 1% de GLP, 11% de nafta, 29% de querosene e diesel e 59% de óleos combustíveis e resíduos mais pesados (em relação ao volume inicial de petróleo bruto). Esse perfil, em um mercado hipotético, que exigisse maiores proporções de GLP e diesel e um alto percentual de gasolina, mostraria grandes déficits desses três derivados e um excesso de produção de óleos combustíveis.

No entanto, o perfil da produção muda quando os óleos combustíveis resultantes da destilação atmosférica são destilados a vácuo:

parte da parcela original de 59% é recuperada e pode ser submetida ao craqueamento catalítico fluido. Esse processo produz gases leves (1,9% da quantidade inicial de petróleo bruto) e gasolina (17,1%) e amplia os percentuais de GLP (de 1% para 7,5%). O perfil é completado por nafta (11%), querosene e diesel (28,6%) e óleos combustíveis mais resíduos (o percentual cai de 59% para 37,4%). A inclusão do coqueamento e do hidrotratamento aumenta os percentuais finais de gases (para 2,8%), de GLP (para 8,9%), de querosene/diesel (para 39,3%) e de gasolina (para 19,4%), mantém o de nafta (11%) e reduz ainda mais o de óleo combustível (para 19,4%), além de gerar coque, combustível sólido para fornos industriais e siderúrgicos (4,7%). Esse perfil facilita – no mesmo mercado hipotético – o equilíbrio entre oferta e demanda.

O REFINO DE PETRÓLEO NO BRASIL

Desde o século passado, o petróleo bruto era usado em lamparinas, em alguns pontos do Brasil onde ocorrem afloramentos naturais ou existem rochas betuminosas na superfície, como Bahia e Maranhão. Há registros de que, nessa época, alambiques rústicos já produziam um querosene primitivo. Entretanto, o refino do petróleo só chegou de fato ao país mais de 70 anos depois que a perfuração de poços tornou a obtenção desse recurso uma prática corriqueira. E chegou antes que o petróleo fosse descoberto no território nacional.

A disseminação do emprego do querosene no mundo, entre as últimas décadas do século 19 e o início do século 20, e logo em seguida a demanda por combustíveis mais eficientes, para os motores e máquinas que então surgiam, tornou a produção e o comércio desses derivados do petróleo uma atividade bastante lucrativa. No Brasil, nesses períodos, a importação supria a crescente procura

por querosene e outros derivados. No final dos anos 20, porém, alguns empresários nacionais, conscientes do potencial da atividade, decidiram investir no refino de petróleo.

A primeira iniciativa brasileira, a Refinaria Riograndense, começou a funcionar em 1932 na cidade de Uruguaiana (RS), processando petróleo importado do Uruguai e da Argentina. A empresa era capaz de refinar 150 barris (de cerca de 159 litros) por dia, através do processo de destilação simples e descontínua, ou seja, processava um dado volume de cada vez. Poucos anos depois, em 1936, entraram em operação no país duas outras refinarias: a Ipiranga, em Rio Grande (RS), com capacidade para mil barris/dia, e a das Indústrias Matarazzo de Energia, em São Caetano (SP), com capacidade para 500 barris/dia.

Nessa época, o Brasil ainda não tinha qualquer legislação sobre o petróleo e nenhum controle sobre a nascente indústria do refino. Só em 1938, no Estado Novo, o presidente Getúlio Vargas, através de decretos, declarou como “serviço de utilidade pública” todas as atividades referentes ao petróleo (inclusive o refino), e determinou que tais atividades dependiam de autorização oficial e só podiam ser realizadas por brasileiros natos. Vargas instituiu ainda o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), que até 1953, quando seria criada a Petrobras, comandou a política nacional para o setor.

Como a importação de derivados era dominada, no país, por grandes empresas petrolíferas internacionais, a nova legislação provocou conflitos entre essas empresas e o CNP. Ainda em 1938, surgiram os primeiros projetos de participação do governo na construção de refinarias, mas diversos fatores – entre eles a eclosão da Segunda Guerra e a dificuldade de obter financiamento externo devido à pressão das empresas

petrolíferas – impediram sua concretização. O próprio CNP preferia a estatização do refino, pois isso permitiria gerar os recursos necessários à prospecção do petróleo no território brasileiro, mas Vargas adiou a decisão sobre o assunto.

A partir de 1939, em função da descoberta de petróleo na Bahia e da dificuldade de importar derivados durante a Guerra, o CNP improvisou instalações rudimentares de refino na Bahia, mas só após o conflito mundial – e depois do final do Estado Novo – o governo de Eurico Dutra decidiu, em fins de 1946, construir uma refinaria em Mataripe (BA), para processar a produção dos poços baianos de Candeias, São João e Itaparica. Logo em seguida, no plano econômico que lançou em 1948 (Plano Salte), Dutra previa a ampliação da Refinaria de Mataripe, ainda em obras, e a construção de outra,

de início prevista para o Rio de Janeiro (RJ) e depois instalada em Cubatão (SP). O capital privado nacional também obteve autorização para dois projetos: a Refinaria União, em Mauá (SP), e a Refinaria de Manguinhos, no Rio de Janeiro (RJ). Antes da criação da Petrobras, seria aprovado mais um projeto privado, o da Refinaria de Manaus (AM).

A Refinaria de Mataripe (hoje Landulpho Alves) começou a operar em 1950, com unidades de destilação e craqueamento térmico. Sua construção propiciou a formação dos primeiros técnicos brasileiros especializados nesse tipo de equipamento. Sua capacidade inicial, de 2.500 mil barris/dia, foi dobrada em 1953, como estava previsto no Plano Salte. Em 1954, entraram em funcionamento as refinarias União (20 mil barris/dia) e de Manguinhos (10 mil barris/dia), e um ano depois foi a vez da Refinaria de Cubatão (hoje Presidente Bernardes), com capacidade inicial de 45 mil barris/dia, iniciada pelo CNP e con-

cluída pela Petrobras. Em fins de 1956 foi inaugurada a Refinaria de Manaus, com capacidade inicial para 5 mil barris/dia.

Daí em diante, apenas a Petrobras construiu refinarias no Brasil. Em 1961, entrou em operação a Refinaria Duque de Caxias (90 mil barris/dia, de início), no município do mesmo nome, no Rio de Janeiro. Em 1968, a empresa inaugurou outras duas: a Refinaria Gabriel Passos, em Betim (MG), e a Refinaria Alberto Pasqualini, em Canoas (RS), ambas capazes de processar 45 mil barris/dia, na época. Em 1972, inaugurou a Refinaria de Paulínia (SP), que de início processava 126 mil barris/dia. Nesse mesmo ano, a Petrobras adquiriu as concessões da Refinaria Riograndense e da Refinaria das Indústrias Matarazzo e encerrou suas atividades. Em 1974, adquiriu o controle da Refinaria União, rebatizada como Refinaria de Capuava, e da Refinaria de Manaus. A Refinaria Getúlio Vargas, em Araucária (PR), em 1976, e a Refinaria Henrique Laje, em São José dos Campos (SP), completam a lista.

Hoje, além de refinarias de petróleo – todas tiveram sua capacidade de refino ampliada –, estão em operação no Brasil uma usina de processamento de xisto betuminoso, inaugurada em 1954 em São Mateus do Sul (PR), que desde 1991 atua como um centro de desenvolvimento de tecnologia (especialmente na área do refino), e uma fábrica de asfaltos, inaugurada em 1966 em Fortaleza (CE), que desde 1998, após a construção de uma unidade de produção de lubrificantes naftênicos, passou a ser denominada Lubrificantes do Nordeste S.A. (LUBNOR). Das 12 refinarias, 10 pertencem à Petrobras e duas à iniciativa privada: a pioneira Ipiranga, no Sul (do Grupo Ipiranga), e a de Manguinhos, no Rio de Janeiro (do consórcio formado pela Repsol e pela Yacimientos Petrolíferos Fiscales, da Argentina).



A capacidade instalada de refino no Brasil atinge hoje quase 2 milhões de barris por dia, sendo que as quatro maiores refinarias nacionais – as de Paulínia (SP), de Mataripe (BA), de Duque de Caxias (RJ) e de São José dos Campos (SP), pela ordem – concentram mais de três quintos desse valor. No ano passado, as refinarias do país processaram 1,58 milhões de barris/dia.

EM BUSCA DE COMPETIÇÃO E SEGURANÇA

Como toda atividade ligada à indústria do petróleo no Brasil, desde a pesquisa em busca desse recurso no subsolo até a distribuição dos diversos derivados aos consumidores finais, o refino também é regulado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Segundo a Lei do Petróleo (Lei 9.478, de 1997), a ANP, ao implementar a política nacional de petróleo, deve regulamentar, autorizar e fiscalizar as atividades de refinação, sempre levando em conta a segurança dos trabalhadores dessa indústria e de populações que vivem em áreas próximas e a preservação do meio ambiente.

O refino de petróleo é monopólio estatal, mas a legislação atual permite que empresas privadas construam e operem refinarias, desde que autorizadas pela ANP. Essa possibilidade está associada ao objetivo de ampliar a competitividade no refino de petróleo no Brasil, embora fatores de mercado ainda dificultem a ampliação da participação privada nesse setor.

A regulamentação do refino no país estabelece que devem ser autorizadas pela ANP a construção e operação de novas refinarias ou de novas unidades de processo em refinarias já existentes e toda modificação de equipamentos que amplie a capacidade de processamento de petróleo e altere o perfil de produção (ou a qualidade final dos produtos). Os pedidos de

autorização, em qualquer caso, só podem ser feitos por empresas constituídas sob as leis brasileiras (com sede no país e maioria de capital nacional).

As empresas ou consórcios interessados em construir ou ampliar uma refinaria devem apresentar, no pedido de autorização,

modernização das refinarias Ipiranga e de Manguinhos, a ANP também autorizou o Grupo Thyssen a construir uma nova refinaria no Nordeste, no município de Caucaia (CE), com capacidade para processar 200 mil barris/dia, voltada basicamente para a produção de diesel.

Destilaria	Cidade (Estado)	Capacidade (barris/dia)	Refino em 2000 (barris/dia)
REMAN	Manaus (AM)	45.916	30.628
RLAM	Mataripe (BA)	306.314	167.173
REDUC	Duque de Caxias (RJ)	242.158	183.229
RECAP	Mauá (SP)	53.463	40.325
REPLAN	Paulínia (SP)	352.230	322.528
REVAP	S. J. dos Campos (SP)	226.434	219.857
RPBC	Cubatão (SP)	169.825	156.613
REGAP	Betim (MG)	150.956	128.780
REPAR	Araucária (PR)	201.274	185.608
REFAP	Canoas (RS)	188.695	120.115
LUBNOR	Fortaleza (CE)	6.290	5.283
SIX	S. Mateus do Sul (PR)	3.868	(2.928) (*)
Ipiranga	Rio Grande (RS)	12.580	12.250
Manguinhos	Rio de Janeiro (RJ)	31.896 (**)	11.766
TOTAL		1.991.899	1.584.155

(*) Produção de derivados, não incluída no total do refino no país.

(**) Capacidade autorizada (projeto em andamento).

um resumo do projeto (localização, características gerais, configuração industrial, investimentos previstos, procedimentos operacionais, perfil de produção, cronograma de obras e requisitos de segurança industrial e ambiental), além de documentos que comprovem sua habilitação jurídica, regularidade fiscal, qualificação técnica e capacidade econômico-financeira. Também devem informar à ANP questões como a influência da refinaria no desenvolvimento socioeconômico local e no patrimônio cultural. A ANP tem um prazo máximo de 90 dias para analisar o pedido e conceder ou não a autorização.

Atualmente, além de já ter aprovado a ampliação de metade das 10 refinarias da Petrobras e a

Ainda na área do refino, a ANP vem desenvolvendo dois projetos de atualização e aprofundamento da legislação atual, através de consultorias contratadas. O primeiro é uma avaliação da situação das refinarias nacionais quanto à segurança – tanto para os funcionários quanto para a população vizinha – e à preservação do meio ambiente. Essa avaliação permitirá redefinir a regulação quanto à segurança e suas conexões com o meio ambiente. Também estão sendo realizados estudos sobre o estágio atual do refino no mundo, incluindo as políticas de estímulo ao setor dos diversos governos, visando obter subsídios mais atuais para o debate e o estabelecimento de diretrizes para essa atividade no Brasil.



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

PRH - ANP / MME / MCT

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

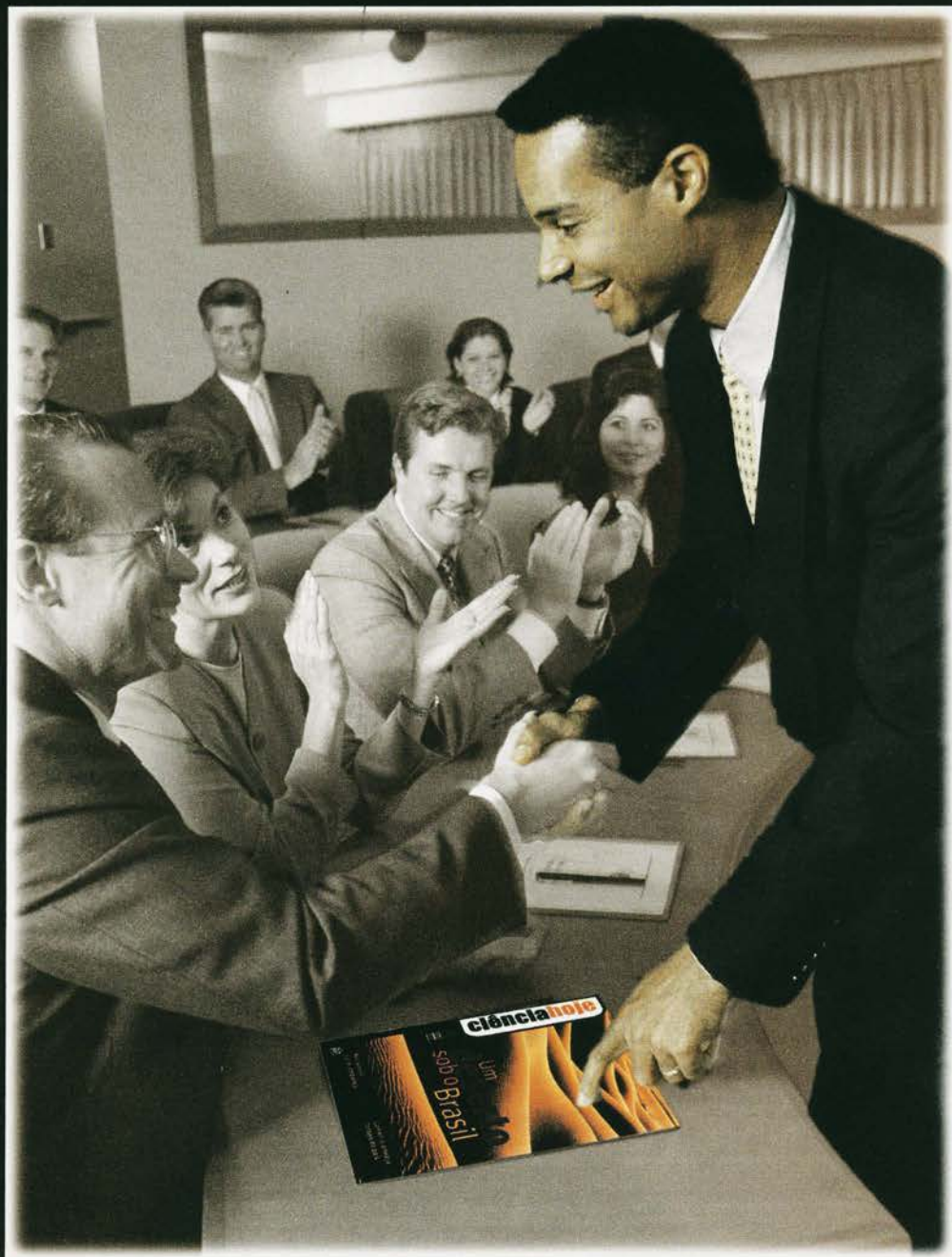
Apoio à **formação de pessoal** qualificado
na área de **petróleo e gás natural**

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

Endereço eletrônico: **prh@anp.gov.br**



Destaque-se.



CH 73

Assine agora.

Ligue grátis:

0800-264846

e dê o código CH 73 Aventure-se no conhecimento

ciênciahoje

Departamento de Assinaturas

Av. Venceslau Brás, 71 - casa 27

CEP 22290-140

Botafoogo - Rio de Janeiro/RJ

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

www.ciencia.org.br

De 10 a 13 de setembro de 2001, a Coordenação Nacional de DST e Aids estará promovendo o IV Congresso Brasileiro de Prevenção em DST e Aids, no Centro de Eventos do Pantanal, em Cuiabá – Mato Grosso.

O tema deste ano, "Descentralização e Sustentabilidade", tem o objetivo de abrir espaço para o debate, para a reflexão e para a pesquisa em prevenção em DST/HIV/aids.

Você, que tem interesse no tema ou que se dedica à prevenção e ao controle da epidemia pelo HIV/aids, não perca esta oportunidade. Participe do maior evento brasileiro nesta área.

Mais informações no site www.aids.gov.br/congresso ou pelo telefone 0800 61 1997.



**Congresso
Brasileiro
de Prevenção
em DST e Aids**

realização:



PREFEITURA
MUNICIPAL DE
CUIABÁ



**MINISTÉRIO
DA SAÚDE**



Trabalhando em todo o Brasil