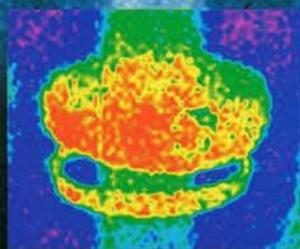


CIÊNCIA HOJE



Os **100** anos dos
RAIOS X

**Produtos químicos
de organismos
do fundo do mar**

**O porto do Rio
e as exigências
da modernidade**



A BAÍA É DE TODOS
OS SANTOS.

MAS TODOS NÓS
TEMOS QUE PRESERVÁ-LA.

DEMOCRACIA E LEI DE IMPRENSA

Não há democracia sem imprensa livre. Não há democracia com imprensa livre. Sobre esses dois princípios, aparentemente contraditórios, ergue-se a relação entre democracia e meios de comunicação. Na prática, isso significa que, para funcionar bem, a democracia exige controles democráticos ao imenso poder que as corporações de comunicação costumam acumular na maioria dos países. Ou seja, a ampla liberdade de informar deve ter como contrapartida uma responsabilidade igualmente ampla no exercício dessa liberdade.

Pretender que os meios de comunicação sejam a única atividade livre de controles democráticos equivale a ignorar ou minimizar sua presença dominante na vida social. Sem contar que qualquer sociedade, ao permitir direta ou indiretamente o monopólio da informação, não será capaz de criar e exercer controle eficiente sobre esse monopólio.

É evidente que a democracia tem fundamento político e ético no direito de livre acesso à informação. Esse direito precisa ser garantido ao máximo, evitando-se a omissão de informações de interesse público, como constantemente acontece na nossa imprensa. Mas é também evidente que os controles sociais não podem ser considerados censura, em qualquer de suas múltiplas acepções: a censura primitiva dos sargentos nas redações; a censura econômica, do empresariado (e do governo, também); e a censura interna nas empresas de comunicação, que freqüentemente esquecem os compromissos institucionais das concessões que recebem, pondo seus veículos à disposição de interesses privados.

O desenvolvimento democrático de um país é diretamente proporcional ao nível de seus mecanismos de controle social. Mesmo nos Estados Unidos, cuja Constituição veda qualquer tipo de censura (primeira emenda do Bill of Rights), a Suprema Corte fixa limites à livre expressão desde 1919, com a doutrina do *clear and present danger* (perigo real e imediato), confirmada, em 1924, com a doutrina do *gravity on evil* (extrema gravidade), que reconheceu não ser absoluta essa liberdade em função da ordem pública ameaçada, e reafirmada, em 1982, com a doutrina dos *unprotected speachs* (falas sem direito à proteção).

Os controles democráticos operam nas relações entre veículos de comunicação e cidadãos em três planos principais: 1) Direito de resposta; 2) Fixação da empresa de comunicação como responsável principal pela notícia (sendo a responsabilidade do jornalista subsidiária); 3) Indenização proporcional ao dano.

Quanto ao direito de resposta, já previsto na legislação brasileira, há muito que fazer para torná-lo mais efetivo: distinguir resposta de retificação; diferenciar resposta na imprensa escrita e em rádio ou televisão; definir resposta a matéria paga ou publicidade; garantir que, em casos de falsidade sobre questões de interesse público, qualquer pessoa possa requerer resposta; condicionar o requerimento, em

juízo, a antecedente pedido de resposta diretamente ao meio de comunicação social; estabelecer que a resposta só dispensa o direito de indenização por danos causados pela notícia quando esclarecer completamente a situação versada, eliminando qualquer prejuízo. Tudo isso daria ao direito de resposta a agilidade que ele requer.

Os dois outros princípios – responsabilidade principal da empresa de comunicação social e não limitação legal à indenização – são intimamente relacionados. Em qualquer lugar do mundo, o veículo de comunicação (e não o jornalista) paga o prejuízo – material ou moral – que produz. Em recente caso ocorrido na Inglaterra, a Princesa Diana obteve do *The Sun* indenização de US\$ 1,7 milhões por fotos tiradas em uma academia de ginástica, sem sua autorização. Nos Estados Unidos, uma das últimas indenizações importantes alcançou US\$ 34 milhões, no caso Richard Sprague x *Philadelphia Inquirer*, em que o autor foi chamado de advogado “de porta de cadeia”. Enquanto isso, por aqui, quem paga o prejuízo é o jornalista; e a multa máxima prevista é, hoje, de mil dólares...

Uma Lei de Imprensa genuinamente democrática deve estimular intensa participação da sociedade civil nas questões que envolvem liberdade e responsabilidade. Deve, ao mesmo tempo, contribuir para que os jornais pensem duas vezes antes de invadir privacidades e honras. Tal lei é necessária porque, mantido o cenário atual, continuaremos todos sendo vítimas impotentes e réus indefesos perante o Grande Tribunal onipotente e onipotente da mídia.

É lamentável que o substitutivo do deputado Pinheiro Landim (a ser ou não convertido na nova Lei de Imprensa) tenha se apresentado com roupagem inovadora em questões secundárias e feito escolhas comprometedoras em questões essenciais, demonstrando estranha cumplicidade com os grandes empresários da comunicação. Por exemplo: não obriga a empresa a dar conhecimento ao público da relação de seus sócios, nem da alienação de título ou do próprio meio de comunicação; não obriga a empresa a noticiar sua condenação pela Lei de Imprensa; mantém o jornalista como responsável primeiro pelas indenizações e não a empresa de comunicação, como ocorre em todos os países; limita a indenização a quantias irrisórias, criando um sistema sem similar no mundo. A todos nós, cidadãos, cabe alertar o Congresso Nacional para que honre suas melhores tradições e altere o substitutivo Landim, convertendo-o em texto sério, comprometido com a liberdade e com a responsabilidade social decorrente.

O compromisso da SBPC e de muitas outras sociedades científicas brasileiras com a evolução democrática do país já é patrimônio nacional. A nosso ver, não há qualquer dúvida de que uma Lei de Imprensa incompatível com o compromisso democrático não serve à ciência como instrumento de libertação e dignidade.

OS EDITORES



EDITORIAL

CARTAS



TOME CIÊNCIA

Algumas espécies da fauna silvestre brasileira poderiam ser exploradas com o uso de técnicas de manejo em condições naturais ou em cativeiro. Pesquisa desenvolvida na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da USP, comprovaram que espécies de porco-do-mato existentes em todo o país podem ser criadas em cativeiro. Por Sérgio Luiz G. Nogueira Filho e Abel Lavorenti.



1 RESENHA

10

O livro de Cástor Cartelle conta a história do Pleistoceno, época que se estendeu aproximadamente desde os últimos dois milhões de anos até 12 mil anos passados, e foi marcado pelas glaciações e pela extinção dos grandes mamíferos. Por Alceu Rancy.

4

Jeni Vaitsman relata em seu livro as histórias de vida de 11 mulheres da geração que viveu o movimento antiautoritário do final da década de 60, marcando um momento de transição do moderno para o pós-moderno. A autora analisa as transformações operadas na família nuclear moderna pela pós-modernidade. Por Liszt Vieira.

UM MUNDO DE CIÊNCIA 13

6

Na Toca do Boqueirão da Pedra Furada, sudeste do Piauí, Niède Guidon e sua equipe acharam vestígios da presença do homem pré-histórico de pelo menos 50 mil anos. Entretanto, as teorias vigentes afirmam que a penetração e dispersão dos primeiros americanos pelo continente ocorreu há 12 mil anos. Assim, entende-se facilmente a controvérsia que essa descoberta vem suscitando. Por Tania Andrade Lima.



TECNOLOGIA



Produtos não-poluentes contra a incrustação

*Bernardo Antônio Perez da Gama
e Renato Creso Pereira*

Pesquisas recentes abrem a possibilidade de se fabricar produtos alternativos – que não agridam o meio ambiente – elaborados a partir de algas, corais e esponjas, para substituir as tintas que evitam a fixação de organismos marinhos em estruturas submersas.

RAIOS X

Descoberta casual ou criterioso experimento?

Carlos Alberto dos Santos

Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen constatou que, ao colocar sua mão entre um tubo especial condutor de eletricidade e uma tela com material fluorescente, a imagem de seus ossos aparecia refletida na tela. Roentgen observava pela primeira vez a radiação, a que deu o nome de raios X.

O Porto do Rio de Janeiro

Lêrida Maria Lago Povoleri e Clician do Couto

Os conceitos de modernização e modernidade assumiram formas e ideologias diferentes em dois momentos da História do Brasil: 1930 e 1990. No primeiro, foram sinônimo de estatizar. No segundo, privatizar. A história da modernização do Porto do Rio de Janeiro não escapa desse processo maior, que atravessa a sociedade capitalista nacional e mundial.



Capa: tratamento gráfico dado a uma radiografia realizada por Roentgen, em 1896.

16 : OPINIÃO

42

Transmitir e produzir conhecimentos, contribuir para o desenvolvimento das ciências, são responsabilidades habituais da universidade brasileira. Entretanto, hoje, há uma outra tarefa urgente que ela pode desempenhar melhor do que qualquer instituição: a qualificação dos trabalhadores e a cooperação com suas entidades representativas.

Por Antonio David Cattani.

26

É B O M S A B E R

45

Quando o assunto é evolução, as crianças costumam ter outras informações além da 'versão oficial' do professor. Os conceitos do senso comum – ou conhecimentos prévios – muitas vezes considerados erros, são hoje encarados como construções dos alunos a partir de sua interação com o ambiente e com as suas várias fontes de informação.

Por Maria Cristina do Amaral Moreira.



36

As aranhas, grandes predadoras de insetos, desempenham papel importante no equilíbrio ecológico. Estudos realizados na Grã-Bretanha mostram que elas devoram por ano uma quantidade de insetos superior, em peso, a população daquela ilha. No Brasil, essa relação pode ser maior.

Por Katia Cristina Barbaro,
Carlos Jared e Ivan Mota.

CIÊNCIA EM DIA

53



ÍNDICE DO VOLUME 19

61

VAMOS PRESERVAR O DESCOBERTO. ANTES QUE SEJA TARDE.



A água do Descoberto abastece cidades com um milhão de habitantes. Hoje aquela região está ameaçada por vários problemas: invasões, lixo, agrotóxicos e criação intensiva de gado, porcos e aves. Além do reflorestamento que está sendo feito às margens da represa é preciso, antes que seja tarde, preservar toda a bacia onde nasce cada



córrego e rio que abastece o Descoberto. Preservar hoje custa mais barato. Recuperar amanhã custa caro e é o usuário que pagará a conta.

A Caesb e a Sematec estão fazendo a sua parte. Ajude a preservar. Toda sugestão, indagação, crítica ou denúncia deve ser enviada a Caixa Postal 08635 CEP 70300-904 - Brasília-DF.



Irrigação

Sou engenheiro agrônomo, formado pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró (RN) e atualmente estudante de Pós-graduação em Agricultura, nível de doutorado, na Universidade Estadual Campista. Minha área de concentração é irrigação e drenagem. Em CH nº 110, o Suplemento Tecnologia publicou uma reportagem intitulada "Gás carbônico em irrigação". Achei tão interessante o processo que gostaria de desenvolver um trabalho para minha tese de doutorado com esse tema. Para isso, gostaria que me colocassem em contato com os autores.

*Maristêlio da Cruz Costa,
Piracicaba, SP.*

Os autores da reportagem, Pedro L. Durão e Alexandre C. Galvão, podem ser contatados através do Centro Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Liquid Carbonic Ind. S.A., na Rua Guianas, 80, Campos Elísios, 25225-170, Rio de Janeiro., tels.: (021) 776-1192 ou 776-2437.

Novo clube

Eu, Abel Gustavo C. Magalhães, Tiago e Pedro, fundamos um clube, o IBG – Instituto de Biologia Geral. Estudamos no Liceu Pasteur, que se localiza na Rua Mayrink Veiga 256. Gostaríamos de receber tudo o que possa ajudar os nossos estudos de biologia. *Abel Gustavo C. Magalhães, Avenida Bosque da Saúde, 1887, CEP 04142-110, São Paulo.*

Para a SBPC

Na edição de 6/8/95, o jornal O Globo publicou artigo que diz: "com base em cálculos estabelecidos há 78 anos pelo físico russo Alexander Friedmann (...) pesquisadores brasileiros conseguiram comprovar, por cálculos matemáticos, pela primeira vez em todo o mundo, que o Universo é plano e infinito". Ora, isso contraria frontalmente as pesquisas de Einstein (também calcadas em fórmulas matemáticas intuitivas), que o levaram a concluir que o universo é curvo (não plano) e finito (embora ilimitado, isto é, não possui bordas).

Em defesa de Einstein e da ciência nacional, quero acrescentar que um universo material gerado por uma grande explosão só poderia ser infinito se a matéria cósmica projetada pelo Big-Bang descrevesse trajetórias retilíneas – quando teria a forma esférica e em eterna expansão. Mas essa hipótese torna-se impossível, pelo fato de que as interações gravitacionais entre a matéria cósmica em movimento provocam desvios em sua trajetória. Daí a conclusão lógica de que um universo gerado por uma explosão só possa ser curvo e finito.

Também a hipótese de um universo estacionário (não gerado por uma explosão) ser infinito só seria admissível se fosse comprovada cientificamente a hipótese formulada em 1957 pelos

cosmólogos britânicos Hoyle, Bondi e Gold, com base na idéia (também intuitiva) de que a Criação ainda não estaria terminada, e que a contínua criação de matéria, feita por Deus a partir do nada, explicaria o processo de expansão do universo (fato que originou a idéia do Big-Bang: se está em expansão, é porque houve um momento de concentração). E só na hipótese levantada por Hoyle, Bondi e Gold se poderia considerar o universo em fase de 'expansão infinita' (embora seja difícil compreender por que Deus criaria um universo interminável, ou se, quando se cansasse disso, o concluiria, tornando-o assim finito). A meu ver, a idéia de infinito (sem fim) é puramente abstrata, e não destinada às coisas materiais. Resulta de uma abstração da nossa mente, e só é aplicável às coisas numéricas, onde se pode sempre imaginar a adição de mais um número, tornando-as infinitas. *Manoel Siqueira Marques, Rio de Janeiro.*

Mico-leão

Sou estudante do 3º ano de biologia da Faculdade de Ciências e Letras de Bragança Paulista, para a qual preciso realizar um trabalho referente ao mico-leão-dourado. Peço que me enviem materiais de pesquisa, documentos referentes ao animal. *Odília Luiz da Cruz, Atibaia, SP.*



Sugerimos a leitura de três artigos que publicamos: "O mico-leão sob a serra", nº 99, "Mico-leão come peixe", nº 34, e "O mico-leão volta à mata", no nº 12.

Novo clube II

Tenho 16 anos e participo de um grupo de jovens chamado Interac Clube, que visa atuar na comunidade, beneficiando os moradores. Dentre vários projetos que possuímos, um se destaca e tem a ver com alguns artigos que vi em CH: o projeto de reflorestamento. Plantamos várias mudas em pontos da cidade que apresentavam deficiência em árvores, tendo em vista que o calor aumentou, não só em Miracema, mas também em grande parte do norte fluminense. Gostaríamos de receber informações sobre plantas, modos modernos de plantio, épocas de plantio e espécies para o clima seco.

José Alberto Rabetine, Av. Pedro Gonçalves, 140, Vale do Cedro, CEP 28460-000, Miracema, RJ.

Correção

Por razões editoriais, o artigo sobre o eclipse do sol em Sobral, em 1919, anunciado para esta edição, deverá ser publicado na próxima.

CRIAÇÃO DO CAITITU E DO QUEIXADA EM CATIVEIRO

Ameaçadas pela caça predatória e pela destruição de seus habitats, algumas espécies da fauna silvestre brasileira poderiam ser exploradas, como fonte de proteínas para alimentação e de matérias-primas para aproveitamento industrial, com o uso de técnicas de manejo em condições naturais ou em cativeiro.

SÉRGIO LUIZ G. NOGUEIRA FILHO
e **ABEL LAVORENTI**,
em pesquisa desenvolvida no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, comprovaram que o caititu e o queixada, duas espécies de porco-do-mato existentes em todo o país, podem ser criados em cativeiro.

Em países pobres, como o Brasil, a fauna silvestre é uma importante fonte de proteína animal, usada por populações indígenas e rurais para sua subsistência. Essa utilização, porém, é frequentemente ignorada ou subestimada pelos órgãos públicos responsáveis por sua proteção. Na ausência de um plane-

jamento que oriente a exploração da fauna silvestre, o aproveitamento desses animais como alimento vem ocorrendo através da caça predatória, atividade que, associada à destruição de *habitats*, ameaça provocar a perda de recursos naturais ainda pouco conhecidos.

Entre as espécies de animais silvestres mais visadas estão o caititu (*Tayassu tajacu*) e o queixada (*Tayassu pecari*), conhecidos como porcos-do-mato. Distribuídos por todo o Brasil, essas espécies vivem em variados *habitats* e são gregárias e rústicas (figura 1). Os porcos-do-mato atraem o interesse não só por sua carne. Seu couro, de excelente qualidade, tem grande demanda no mercado internacional, atendida através da caça predatória e ilegal em vários países sul-americanos, especialmente o Brasil. Atualmente, os principais importadores de couro desses animais são Itália, Alemanha e França, que o empregam na fabricação de artigos de luxo, como calçados finos, luvas, carteiras e cintos, exportados principalmente para Estados Unidos e Japão.

O caititu e o queixada, no entanto, poderiam ser explorados legalmente, sem riscos para as duas espécies, através

de um manejo racional que favorecesse sua sobrevivência em seu *habitat* natural, levando à produção de excedentes, que então seriam utilizados pelo homem. Outra forma de aproveitamento racional seria a criação comercial, em cativeiro, dos porcos-do-mato.

Com o objetivo de desenvolver técnicas para a criação em cativeiro do caititu e do queixada, a Comissão de Investigação em Zootecnia e Biologia de Animais Silvestres (CIZBAS) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo, desenvolveu um projeto de pesquisa, com o apoio financeiro do CNPq, destinado a estudar o comportamento social, a nutrição, a alimentação e a reprodução das referidas espécies.

A pesquisa mostrou que, em cativeiro (figura 2), esses animais adaptam-se facilmente a diferentes tipos de alimentos. Foram normalmente utilizados o milho, a mandioca, a abóbora e ração balanceada para suínos. Para estudar o efeito de níveis crescentes de alimentos volumosos (feno de gramíneas, palha e sabugo de milho) sobre a digestibilidade de



Figura 1. Grupo de queixadas (*Tayassu pecari*) em cativeiro.



Figura 2. Aspecto do criadouro de caititus (*Tayassu tajacu*) instalado na ESALQ.

nutrientes pelo caititu, foram testadas quatro rações balanceadas, contendo de 25% a 40% de alimentos volumosos. Os resultados indicam que níveis de até 35% de alimentos volumosos não afetam a digestibilidade dos nutrientes, semelhante ao observado, nas mesmas condições, para animais ruminantes domésticos. O uso de altos teores de alimentos volumosos na ração de caititus e queixadas reduz os custos da criação em cativeiro.

A exigência protéica do caititu é relativamente baixa, em torno de 0,82 g de nitrogênio por quilo de peso metabólico por dia, e seu requerimento energético é de 148,5 kcal/kg por dia. Esses dados permitiram a elaboração, para os animais nas condições de cativeiro da CIZBAS, de uma ração balanceada para crescimento e reprodução de caititus e queixadas, contendo 14% de proteína bruta e 4.100 kcal/kg de energia bruta.

Com essa ração, foi obtido um ganho de peso vivo médio de 0,055 kg por dia para os caititus em crescimento, do desmame (aos 60 dias de vida) até os 10 meses, com um consumo médio de 0,63 kg de ração por animal por dia, resultando em uma conversão alimentar de 9:1 (kg de ração por kg de ganho de peso vivo). Acima dos 10 meses, quando o peso médio é de 18,5 kg, os animais apresentaram um ganho médio de 0,019 kg por dia e uma conversão alimentar de 21,74:1. Isso permite estimar que o peso médio de abate para o caititu está em torno de 18,50 kg e a idade média é de 10 meses de vida.

Para queixadas, a idade média estimada para o abate também foi de 10 meses, com um peso médio de 25 kg. Até essa idade e peso, os animais ganharam em média 0,102 kg de peso vivo por dia, consumindo em torno de 0,96 kg por dia de ração experimental, com uma estimativa de conversão alimentar de 8:1. Acima dessa idade e peso, a conversão alimentar do queixada passou a ser de 20:1, com ganho de peso



Figura 3.
Fêmeas de caititu com filhotes.

diário de apenas 0,012 kg.

Os filhotes de caititus alimentados com a ração de maior teor protéico (18%) obtiveram maior ganho de peso. Já os filhotes de queixadas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes níveis de proteína testados, indicando exigências nutricionais inferiores às dos caititus. Tais resultados, no entanto, são preliminares, sendo necessários outros experimentos para determinar as exigências nutricionais para essas espécies na fase de crescimento.

Poucas pesquisas têm sido feitas sobre a reprodução das duas espécies. Sabe-se, no entanto, que esta – no caititu e no queixada – não é restrita a uma estação do ano, como ocorre em outras espécies da fauna silvestre. Em cativeiro, a reprodução ocorre durante o ano inteiro.

Na criação experimental de caititus da CIZBAS, 24 fêmeas reprodutoras ti-

veram, entre abril de 1986 e final de 1991, 26 ninhadas (figura 3), com uma média de 1,65 filhotes por parição (variando de um a três filhotes). O peso médio dos animais, ao nascer, foi de 710 g para os machos e 617 g para as fêmeas, com percentuais de nascimento de 56,82% para fêmeas e 43,18% para machos, e intervalo médio entre partos de 215,15 dias (com variação de $\pm 57,06$ dias). A primeira parição foi observada com idade média de 416 dias ($\pm 88,94$ dias) e a taxa de natalidade anual alcançou 108,33% (figura 4).

Para a criação de queixadas (com 17 matrizes), foram registradas no mesmo período 39 ninhadas, com uma média de 1,71 filhotes por parição (variando de um a dois filhotes). O intervalo médio entre partos foi de 203,37 dias $\pm 56,5$ dias, a primeira parição foi observada com idade média de 432,50 dias e a taxa de natalidade anual chegou a 110% (fi-



Figura 4.
Distribuição percentual de nascimentos para caititus e queixadas ao longo do ano.



Figura 5. Fêmeas de queixada com filhotes.

gura 5). O peso médio ao nascer e o percentual machos-fêmeas não puderam ser registrados em função da agressividade dos animais. Tanto as fêmeas de caititu como as de queixada podem ser fecundadas durante a amamentação.

Por serem animais que vivem em grupos, é fundamental estudar seu comportamento social para a elaboração de técnicas de manejo dessas espécies em cativeiro. Tanto os grupos de caititus quanto os de queixadas, na maior parte das vezes, rejeitam a introdução de indivíduos solitários numa colônia já estabelecida. Toleram, porém, a introdução de grupos de três ou mais indivíduos aparentados, que resulta na formação de subgrupos, de acordo com o parentesco, dentro dos piquetes em que são criados.

Também foi observada tolerância à presença de mais de um macho adulto e de animais quase adultos no grupo, inexistindo interações sociais agressivas que exigissem a retirada desses animais. O acompanhamento revelou a existência de uma hierarquia de dominância do tipo linear, que torna necessária a existência de vários comedouros nos criadouros de caititus e queixadas, distanciando uns dos outros, para evitar a ocorrência de conflitos durante a ali-

mentação e para que todos os animais tenham acesso à alimentação.

Em grupos de queixada em cativeiro também foi observado que machos e fêmeas de posição hierárquica mais elevada no grupo interferem na cópula de casais de posição hierárquica inferior. Isso pode explicar porque os índices reprodutivos em cativeiro são mais baixos para queixadas, em relação aos caititus. As fêmeas das duas espécies têm, algumas vezes, um papel ativo no comportamento de cortejo, ao realizar a aproximação inicial que precede a cobertura. Observou-se ainda que as fêmeas foram cobertas por machos de outros subgrupos.

Em densidades elevadas, as fêmeas de caititu prenhes devem ser isoladas para a parição, quando o grupo for composto por fêmeas não-aparentadas, para evitar os infanticídios. Foram observadas ocasiões em que machos e fêmeas aparentados agiam em conjunto na defesa de seus filhotes, através de interações agressivas, contra a aproximação de outros animais, não-aparentados, pertencentes a outros subgrupos.

Na criação de queixadas foram raros os registros de infanticídios, porque normalmente, de acordo com observações empíricas, no criadouro da CIZBAS, o macho dominante do grupo protege

todos os filhotes. Mas alguns infanticídios ocorreram, em ocasiões em que os grupos de queixada estavam temporariamente desestruturados, devido à introdução recente de indivíduos novos na colônia, entre eles fêmeas prenhes. A densidade desses animais em cativeiro é parâmetro importante no seu comportamento social, mas a pesquisa do CIZBAS não tornou possível estabelecer a densidade mais adequada.

Caititus e queixadas são animais extremamente rústicos, que exigem poucos cuidados sanitários. No entanto, pelas características de cativeiro (maior densidade que na natureza, entre outras), algumas doenças parasitárias – incluindo endo e ectoparasitoses – podem atacar as duas espécies. O controle de endoparasitas tem sido feito com o uso de Fenbendazole, misturado ao alimento dos animais, quando a parasitose é descoberta, através de exames de fezes periódicos (a cada três meses) em todos os animais. As ectoparasitoses são controladas com produtos comerciais destinados a animais domésticos, sempre que necessário – o combate aos carrapatos, por exemplo, é realizado através da pulverização dos animais com produtos à base de Amitraz.

O custo de produção de caititus e queixadas, em sistema semi-intensivo de manejo, no qual os animais são alimentados com uma ração balanceada experimental formulada para caititus e queixadas e mantidos em piquetes de 2.500 m², foi calculado para um criadouro de caititus contendo oito matrizes e dois machos reprodutores. Foi obtido um número médio de 1,57 filhotes desmamados por ninhada, sendo desmamadas 0,72 ninhadas por matriz por ano, atingindo-se a média de 9 filhotes desmamados por ano, em um período-base de dois anos. Para queixadas, no mesmo período e no mesmo sistema de manejo, em um piquete de 2.500 m², contendo cinco matrizes e dois machos reprodutores, foram obtidos um número médio

de 1,62 filhotes desmamados por ninhada, sendo desmamadas 1,20 ninhadas por matriz por ano, alcançando-se a média de 9,7 filhotes desmamados por ano (figura 6).

Nessas condições, foi registrado, para os caititus, um consumo médio de 33,09 kg de ração experimental por kg de animal produzido, com um custo de US\$ 0,15 por kg de ração. O custo total para a produção de um kg de carne de caititu, nesse criadouro, foi de US\$ 8,27. Esse custo pode ser dividido em 65,51% para alimentação, 13,38% para mão-de-obra; 20,97% para instalações e 3,14%

para gastos gerais, como medicamentos e outros. No caso dos queixadas, o consumo médio atingiu 32,28 kg de ração experimental por kg de animal produzido, com um custo de US\$ 0,15 por kg de ração. O custo total de produção de um kg de carne de queixada nesse criadouro foi de US\$ 7,50, dividido em 67,21% para alimentação; 11,63% para mão-de-obra; 18,23% para instalações e 2,935 para gastos gerais (figura 7).

O cálculo dos custos de produção não levou em consideração os rendimentos da comercialização do couro dos animais – o couro de caititu e de

queixada estava sendo comercializado a US\$ 30 por peça no Peru em 1991. Uma primeira avaliação desses custos de produção indica que pequenos produtores rurais teriam uma grande dificuldade em arcar com os custos iniciais para as instalações e que a produção obtida em criadouros comerciais de caititus e queixadas seria indicada para um mercado de consumidores de maior poder aquisitivo.

Para reduzir os custos de criação dessas espécies é necessário estudar fontes alternativas para sua alimentação, como produtos e subprodutos de origem agrícola de baixo custo existentes na região da propriedade rural em que forem criados, uma vez que a alimentação representa mais de 60% do custo total (quando utilizada ração comercial para porcos domésticos). Outro fator que pode reduzir os custos é o aproveitamento de áreas marginais de propriedades rurais, que por razões de qualidade de solos não possam ser utilizadas para agricultura ou para criações tradicionais.

Ainda não existem no país pesquisas que busquem o melhoramento genético dessas duas espécies. A melhoria do desempenho reprodutivo (aumento do número de filhotes por parição e/ou redução do intervalo entre partos), porém, exige o emprego de técnicas de melhoramento genético por um longo período e em uma grande quantidade de animais, o que, no momento, em função da falta de verbas, inviabiliza esse esforço.

Ainda assim, criação de caititus e queixadas por instituições de ensino e pesquisa, além de servir para a formação de pessoal e para a conscientização da sociedade em relação à proteção das duas espécies, é essencial para a coleta de informações que dificilmente seriam obtidas em condições naturais. Tais dados podem servir de base para o estabelecimento de técnicas adequadas para a produção comercial em cativeiro e também para o manejo dessas espécies em seu *habitat* natural.

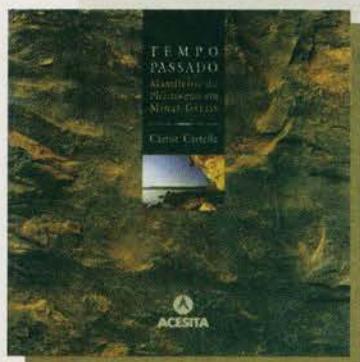
	Caititu	Queixada
Número médio de filhotes desmamados por ninhada	1,57	1,62
Número médio de ninhadas desmamadas/matriz/ano	0,72	1,20
Número médio de filhotes desmamados/ano	9,00	9,70
Número médio de animais comerciais produzidos/ano	7,00	8,50
consumo médio de ração por kg de animal produzido	33,09	32,28

Figura 6. Médias de produção e de consumo de ração por quilo produzido em sistema semi-intensivo.

Itens do custo	Caititu		Queixada	
	por kg (US\$)	% total	por kg (US\$)	% total
Alimentação	5,17	62,51	5,04	67,21
Mão-de-obra	1,11	13,38	0,87	11,63
Instalações	1,73	20,97	1,37	18,23
Outros gastos	0,26	3,14	0,22	2,93
Custo total de produção	8,27	100,00	7,50	100,00

Figura 7. Custo de produção por kg de carne de porcos-do-mato criados em sistema semi-intensivo.

Mergulho no tempo



Tempo passado - Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais. Cástor Cartelle, Belo Horizonte, Editora Palco, 1994.

No Brasil, país carente em tantas áreas do conhecimento, um livro de paleontologia é uma raridade. Paleontologia é a ciência que estuda os vestígios deixados pelos seres vivos em sua passagem pelo nosso Planeta. O Pleistoceno, que corresponde à época que se estendeu aproximadamente desde os últimos dois milhões de anos até 12 mil anos passados, foi marcado pelas glaciações e pela extinção dos grandes mamíferos. Estamos vivendo, agora, o que denomina-se Holoceno.

Patrocinado pela Acesita, Cástor Cartelle nos leva a uma viagem no tempo. Na apresentação, o presidente da Acesita, empresa que reconhece sua responsabilidade social, diz que "o homem situa-se melhor na sociedade se conhecer suas raízes e os sonhos e lutas que moveram seus antepassados".

Aziz Nacib Ab' Sáber assina o prefácio, reconhecendo o valor da obra tanto para os "estudantes de biologia e geociências, mestrandos e doutorandos das ciências da vida e da Terra, jornalistas e homens de cultura, ecologistas e ambientalistas". A introdução de Cástor Cartelle para a obra, no dizer de Ab' Sáber, "é um verdadeiro hino às montanhas de Minas".

As figuras de George Cuvier, Charles Darwin, Peter Wilhelm Lund e Carlo de Paula Couto, além de citadas magistralmente no livro, mereceram primorosa apresentação em retratos em tom sépia, verdadeiras obras de arte. O leitor ficará maravilhado em conhecer Peter Lund, natural da Dinamarca, o pai da paleontologia brasileira, falecido em Lagoa Santa nas Minas Gerais no ano de 1880.

Cartelle optou por não massacrar o leitor com a terminologia científica. Este é um livro leve, para todas as idades e níveis de cultura. As grutas de Minas Gerais, o Homem de Lagoa Santa e fauna de megamamíferos passarão em frente aos olhos do leitor com a magia que o autor soube impregnar em sua obra.

O livro dedica um capítulo para explicar um excepcional experimento biológico natural que ocorreu quando movimentos telúricos fizeram

surgir a América Central, fazendo a ligação da América do Sul com a do Norte. Desde a separação da África, a América do Sul permaneceu ilha por aproximadamente 70 milhões de anos, desenvolvendo-se aqui uma fauna rica, magnífica e exclusiva. A ponte transcontinental, *panamanian land bridge*, colocou em contato faunas terrestres separadas por milhões de anos, e até os nossos dias sentimos os resultados. Grande parte das famílias de mamíferos terrestres, que formam a rica biodiversidade do Brasil de hoje, é originária de grupos migrantes da América do Norte. Os últimos a cruzarem a ponte foram os da nossa própria espécie, representantes do *Homo sapiens*.

Gambás, morcegos, tatus e tamanduás, guardados por milhões de anos nas entradas das cavernas mineiras, foram desenterrados e trazidos à luz pela equipe de Cartelle. O tigre-dente-de-sabre, depois de mais de um milhão de anos, volta a peregrinar pelo cerrado em busca de sua presa. Cartelle com destreza dá vida aos animais. As preguiças gigantes, paixão maior do autor, são apresentadas em toda a sua pujança e diversidade. Esque-

letos completos e até um feto fossilizado foram resgatados, preparados e reconstituídos e suas histórias contadas no livro. Os gliptodontes, tatus gigantes extintos, com suas enormes carapaças, desfilam pela obra, alguns com as marcas deixadas pelas lutas travadas provavelmente entre machos na disputa por uma fêmea ou território.

Os fósseis revelam que os cavalos pastavam nos campos de Minas Gerais antes mesmo da chegada dos colonizadores europeus ao Brasil. Cartelle nos revela a saga dos eqüídeos na ótica de um paleontólogo. Originaram-se e desenvolveram-se na América do Norte. Migraram para a Eurásia, via estreito de Behring, e para a América do Sul, com o surgimento do istmo do Panamá, há aproximadamente 2,5 milhões de anos. Extintos nas Américas no final do Pleistoceno, foram reintroduzidos no Novo Mundo, transportados nas caravelas dos espanhóis e portugueses.

Os Notoungulados e os Litopternos, animais extintos e exclusivos da América do Sul, eram estranhos, corpulentos e herbívoros. Os primeiros, seres com dentes de crescimento contínuo, adap-



A família entre o moderno e o pós-moderno

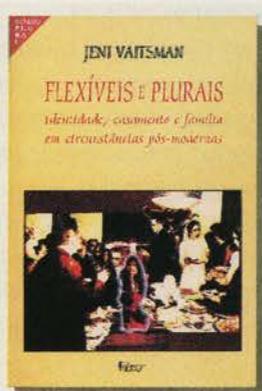
taram-se à vegetação típica dos cerrados mineiros. De outra parte os Litopternos, cujo representante batizado por Cartelle de *Xenorhinotherrium* (= animal com narinas estranhas) atingiu o tamanho de um camelo, com as narinas situadas um pouco atrás das órbitas, possivelmente com uma pequena tromba. Cartelle nos apresenta ainda os ursos, primatas, roedores, antas, cervos, lhamas, porcos-do-mato e mastodontes. Alguns extintos no final do Pleistoceno, outros ainda sobreviventes nas paragens mineiras.

O livro termina com um capítulo dedicado ao Homem de Lagoa Santa, descoberta de Lund no século passado. Nos paredões de rocha, o Homem de Lagoa Santa, artista do seu tempo, deixou gravadas mensagens com representações antropomorfas e zoomorfas.

Certamente o velho Professor Paula Couto, "que o Senhor da Vida já tirou do tempo", estaria sorrindo com o resultado excepcional alcançado pelo seu aluno. Com a união do cientista, do religioso, do humanista e do aço da Acesita com os fósseis, fundiu-se uma nave em forma de livro que nos convida a viajar pelo passado remoto das Minas Gerais e da América do Sul. Convido o leitor a entrar em uma biblioteca e experimentar um mergulho no tempo. Boa Viagem.

Alceu Rancy

Departamento de Geociências -
CFH Universidade Federal
de Santa Catarina.



Flexíveis e Plurais: identidade, casamento e família em circunstâncias pós-modernas. Jeni Vaitsman, Rio de Janeiro, Editora Rocco, 1994.

A constituição da família nuclear, separada do grupo de parentesco mais amplo, assim como a separação do doméstico e da economia, foram produzidas pela Modernidade, vista a partir do paradigma da produção. Já a fragmentação contemporânea da família nuclear seria a decorrência não da Modernidade, mas da pós-modernidade.

A família moderna não poderia ficar imune ao impacto das transformações trazidas pela pós-modernidade. Anteriormente, o processo de modernização produziu a constituição da família nuclear. Trata-se, agora, de analisar as transformações operadas na família nuclear moderna pela pós-modernidade. É o que dá conta o excelente ensaio de Jeni Vaitsman. Seu livro baseia-se nas histórias de vida

de 11 mulheres, formando casais, nascidos entre 1944 e 1954 e vivendo no Rio de Janeiro: a geração que viveu o movimento antiautoritário do final da década de 60, que marcaria algo como um momento de transição do moderno para o pós-moderno.

Sem perder de vista os processos macrossociais, ela faz um esforço bem-sucedido em mostrar como as escolhas e ações individuais produzem esses mesmos processos. Nesse sentido, a fragmentação pós-moderna desaparece para dar lugar a uma totalidade bem construída e historicamente contextualizada. As transformações mais amplas passadas pela sociedade brasileira nas últimas décadas são articuladas às situações individuais, relatadas pelos entrevistados em três momentos de sua trajetória de vida: adolescência, primeiros casamentos/separações e novos casamentos/relacionamentos.

Contrapondo-se às teorias que vêem nos novos comportamentos uma 'modernização' da família, para Jeni Vaitsman essas mudanças significaram justamente o esgotamento do tipo moderno de casamento e família. Moderno porque legitimado por um discurso universalista sobre os papéis sexuais 'corretos' no casamento e na família, baseado numa visão sobre uma natureza, ou

essência, dos sexos. Na formação da sociedade moderna, a separação entre público e privado na família restringiu a individualidade feminina, que só podia manifestar sua essência enquanto mãe e esposa. Considera a ruptura da dicotomia entre público e privado pelas mulheres como parte das tendências pós-modernas de emergência do 'outro', que desafiaram as 'metanarrativas de legitimação', os discursos universalizantes normativos sobre os papéis sexuais no casamento e na família. Mas ao mesmo tempo, era essa submissão da individualidade que mantinha a estabilidade do casamento e da família. A maior igualdade entre os sexos levou à instabilidade do casamento e da família e ao surgimento de modelos alternativos de relacionamento, à medida em que as pessoas procuram reconstruir suas vidas afetivo-sexuais.

Em circunstâncias pós-modernas, os discursos sobre o casamento e a família não têm mais a pretensão de validade universal. Num contexto de maior igualdade entre os homens e mulheres, de mudanças extremamente rápidas, de fragmentação social e individual, as escolhas tornaram-se flexíveis e plurais. O que se apresenta como instável, caótico e desordenado na família – separações, novos ca-

samentos, vários modelos ao longo da vida, filhos morando com pai ou com a mãe e convivendo com meio-irmãos – nada mais é que a emergência de novos padrões, estruturalmente instáveis, contextuais, marcados pela contingência e pela heterogenidade. Assim como em outras esferas – ciência, arte, filosofia etc. – nas relações de casamento e família estamos diante de práticas e discursos que não respondem mais a modelos unívocos, universais. O caos, o acaso, a aleatoriedade, tam-

bém chegaram ao mundo das relações interpessoais.

Vemos, assim que, a autora utiliza conceitos pós-modernos que parecem adequar-se bem a seu objeto de estudo. Mas olha o pós-moderno com os óculos da modernidade, ainda com base na matriz da produção, buscando a construção de uma totalidade. Prefere apoiar-se em autores como David Harvey que analisa o pós-moderno de uma forma moderna fundado no paradigma marxista de produção: do fordismo à acumulação

flexível. Mas se é possível explicar a constituição da família nuclear moderna a partir da produção, não seria possível encontrar correspondência entre a produção e a atual fragmentação da família nuclear nos centros urbanos.

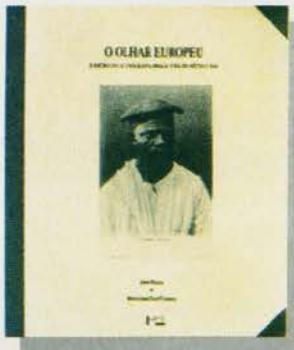
Ao não assumir a radicalidade dos conceitos que utiliza, a autora nem sempre aproveita a potencialidade analítica dos conceitos pós-modernos, reduzidos por vezes à perspectiva unificadora da razão moderna. Flexíveis e Plurais, *ma non troppo*. O que se

ganhou buscando uma totalidade provavelmente se perdeu em dimensões analíticas concretas. Mas o que ficou de fora poderá ser resgatado em futuras pesquisas que obrigatoriamente levarão em conta a importante contribuição de Jeni Vaitsman na análise das transformações contemporâneas na família conjugal moderna.

Lizst Vieira

*Departamento de Sociologia,
Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro.*

E S T A N T E



O olhar europeu – o negro na iconografia brasileira do século XIX.

Boris Kossoy e Maria Lúiza Tucci Carneiro, São Paulo, Edusp, 1994.

Pintores, gravadores e fotógrafos, que lançaram seu olhar sobre a sociedade brasileira do século XIX, estão agora sob os olhos e a interpretação crítica da ciência moderna, pelo menos é o que se propõem os autores de *O olhar europeu* – detectar e comparar as visões de mundo dos artis-

tas estrangeiros que visitaram o Brasil durante o século XIX –, revelando as suas posturas etnocêntricas e preconceituosas com relação ao negro. O livro reúne as imagens de escravos e negros libertos produzidas por esses artistas e apresentadas na exposição “O negro na iconografia brasileira do século XIX: a visão da Europa”, realizada em 1988, na USP. As ilustrações revelam a importância das imagens para a reconstituição da história e o estudo das mentalidades e do cotidiano. Nas fotografias onde o negro é apresentado segundo o padrão europeu, de fraque, colete, cartola, luva e bengala, dominante transparece a ideologia racista em voga na sociedade brasileira da época. As fotografias produzidas como ‘lembranças do Brasil’ permitem avaliar como os fotógrafos

manipulam a imagem do negro, explorando-a comercialmente.



Música na Sé de São Paulo Colonial.

Régis Duprat, São Paulo, Editora Paulus, 1995.

Há várias maneiras de relacionar música e ciência, mas uma em particular está ganhando fôlego no Brasil: é o trabalho de investigação musical. A tarefa é árdua, e pode ser sentida pela leitura do livro do maestro Régis Duprat, lançado pela Paulus com a colaboração da Sociedade

Brasileira de Musicologia.

Durante mais de 30 anos o maestro Duprat se debruçou sobre os documentos que ele mesmo descobriu nos arquivos da Sé de São Paulo e do Vale do Paraíba. Desse esforço, veio à tona a história da Matriz e Sé de São Paulo e a valiosa obra musical que ali se produzia no período colonial. No ‘garimpo musical’ Régis Duprat descobriu mais de 100 composições de André da Silva Gomes. Catalogadas e restauradas, as obras de Silva Gomes podem agora ser apreciadas em concertos e recebem também suas primeiras gravações mundiais. O livro é de interesse para musicólogos e apreciadores. Para o leigo, tem o sabor especial de se conhecer um pouco mais da história de São Paulo colonial, a partir de sua história musical.

A antigüidade do homem pré-histórico no Piauí: novas críticas

Nos últimos anos, os meios de comunicação nacionais e internacionais vêm divulgando e discutindo os achados arqueológicos de Niède Guidon e sua equipe, na Toca do Boqueirão da Pedra Furada. No grande e imponente abrigo-sob-rocha no sudeste do Piauí, região de São Raimundo Nonato, foram recuperados vestígios da presença do homem pré-histórico, aos quais os pesquisadores atribuem, baseados em datações radiocarbônicas, uma idade de pelo menos 50 mil anos.

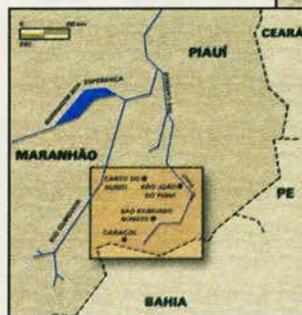
De acordo com as teorias vigentes, a penetração e dispersão dos primeiros americanos pelo continente, a partir do Estreito de Bering, ocorreu há não mais de 12 mil anos. Assim, entende-se facilmente o interesse, a especial atenção e sobretudo a controvérsia que a descoberta Niède Guidon vem suscitando, uma vez que sua confirmação forçará necessariamente uma revisão do quadro atual.

Bastante questionada nos meios científicos, como é de praxe em se tratando de algo que pode vir a alterar esquemas solidamente estabelecidos, essa descoberta soma-se a várias outras, norte ou sul-americanas, que também reivindicam antiguidades consideráveis para esses primeiros povoadores. A peculiaridade desse sítio arqueológico, no

entanto, está na sucessão de suas 46 datações radiocarbônicas, todas rigorosamente coerentes com sua seqüência estratigráfica, que vão de mais de 48 mil a cerca de seis mil anos atrás.

Essas reivindicações, longe de serem consensuais, vêm dividindo a comunidade de arqueólogos americanistas. Muitos deles não consideram as evidências disponíveis até o momento suficientemente fortes para comprovar a antigüidade pretendida. Essa divisão se expressa em pelo menos três correntes distintas: uma, ultraconservadora, que não admite mais que 12 mil anos para a presença do homem na América; outra, mais moderada, que aceita até 20 mil anos, e uma terceira que, diante de vestígios sugestivos, reconhece a possibilidade da ocupação do continente americano ter ocorrido em tempos mais recuados, ao final do Pleistoceno.

Atacados pelos segmentos conservadores, os achados de São Raimundo Nonato têm recebido fartas críticas. No que diz respeito às datações pleistocênicas, superiores a 12 mil anos, os pesquisadores mais ortodoxos não estão suficientemente convencidos de que os carvões dos quais elas foram extraídas sejam provenientes de fogueiras feitas pelo homem, e acreditam que



Área arqueológica de São Raimundo Nonato

possam ser resultantes de combustões espontâneas no ambiente semi-árido da caatinga nordestina. Quanto aos artefatos e estruturas, por demais rudimentares, entendem que forças naturais poderiam ter produzido os lascamentos observados no material lítico, assim como reunido pedras e carvões em associações que apenas sugerem a existência de fogueiras.

Para levar o debate ao próprio local, Niède Guidon e colaboradores organizaram, em dezembro de 1993, a Reunião Internacional sobre o Povoamento das Américas, em São Raimundo Nonato, com a presença de diversos especialistas estrangeiros, e colocaram à disposição de todos os dados existentes sobre a ocupação da Toca da Pedra Furada. Como resultado desse encontro, três arqueólogos norte-americanos presentes à reunião – David J. Meltzer, James Adovasio e Tom D. Dillehay, que se alinham entre os não-conservadores, uma vez que eles mes-

mos estão à frente de sítios aos quais atribuem ocupações pleistocênicas – reuniram suas observações e reflexões no artigo "On a Pleistocene Human Occupation at Pedra Furada, Brazil"*.

Dessa vez, as críticas não surgiram de segmentos ortodoxos, mas de arqueólogos que vêm se empenhando em comprovar a presença antiga do homem, tanto na América do Norte (James Adovasio em Meadowcroft Rockshelter, Pensilvânia, EUA), quanto na América do Sul (Tom D. Dillehay em Monte Verde, no Chile). Analisando, ou melhor, dissecando os trabalhos realizados por Niède Guidon e Fábio Parenti, os autores abriram consideravelmente o leque de críticas, agora sobretudo de caráter metodológico e isolaram sete campos que consideram problemáticos na pesquisa:

1º) Arbitrariedade na construção de 'fases' e 'subfases' (categorias classificatórias criadas para a ordenação das evidências materiais encontradas nas escavações) estabelecidas, segundo Parenti, com base na granulometria e no conteúdo de carvão das camadas, ou seja, ancoradas

nas unidades litoestratigráficas do sítio. Os autores discordam por entenderem, com base no que foi encontrado, que foram construídas não a partir de hiatos nos processos de deposição das camadas, como seria desejável, mas sobretudo a partir de hiatos cronológicos, ou seja, de intervalos entre as datações radiocarbônicas, apoiando-se apenas fragilmente nos contatos litoestratigráficos.

2º) Origem do carvão utilizado nas datações. Fragmentos trazidos pelo vento para o interior dá toca, resultantes de combustão espontânea no mato ou então no próprio abrigo são hipóteses levantadas, que Guidon refuta. Para ela, além de a vegetação da caatinga não queimar com facilidade, os carvões datados foram retirados da área protegida do abrigo, onde estavam concentrados no interior de fogueiras. Para os autores, entretanto, nada impede que tenham sido depositados por agentes naturais. Consideram duvidosas essas estruturas de combustão: os carvões apresentam-se difusos ou formando concentrações pouco espessas, sugerindo transporte pelo vento ou pela água, ao contrário das inquestionáveis fogueiras das ocupações mais recentes que 12 mil anos, onde há densos aglomerados desse material. Assim, são pouco convincentes as evidências da origem antropogênica desses carvões. A seqüência de datações corresponderia a uma sucessão de episódios de queimadas naturais, com significado paleo-

ecológico mas não cultural.

3º) Estudos insuficientes da litologia do sítio deixaram de fornecer subsídios valiosos para o entendimento dos processos de formação do abrigo, fundamentais para a correta interpretação dos artefatos e estruturas identificados. A ausência de uma análise de sua microestratigrafia teria inviabilizado a associação de artefatos a estruturas e a datações radiocarbônicas e, conseqüentemente, a 'reconstrução' das superfícies em que ocorreram, de modo a se verificar a natureza aleatória ou intencional dessas associações.

4º) Quanto aos rudimentares artefatos líticos, os autores questionam se os lascamentos são de fato produto da mão humana ou resultantes de golpes provocados por forças naturais. Os blocos, ao tombarem do alto do paredão rochoso do abrigo, teriam se espatifado de encontro ao chão, produzindo lascas. Batendo de encontro a outras pedras ou recebendo o impacto de mais blocos em queda, se exporiam a novas possibilidades de lascamentos naturais. Parenti refuta a crítica, demonstrando que de cerca de duas mil pedras caídas no abrigo, cuidadosamente examinadas por ele, nenhuma exibia os padrões de lascamento reconhecidos nos artefatos. A partir de modelos matemáticos, entretanto, os autores sustentam que a amostra estudada por Parenti é estatisticamente inadequada.

A hipótese de se tratar de 'geofatos' é reforçada pelo fato de a única matéria-prima

utilizada ao longo da pretendida ocupação pleistocênica ter sido o quartzito, existente no local. As ocupações mais recentes que 12 mil anos trouxeram de fora sílex em abundância para a confecção de artefatos, estes sim, incontáveis. Os autores também não consideram claros os critérios adotados para o seu reconhecimento ainda no terreno, durante as escavações, tendo em vista que os arqueólogos tiveram de tomar, milhares de vezes, a difícil decisão de diferenciar pedras em estado natural, de outras supostamente trabalhadas pelo homem. Foram explicitados apenas os que foram utilizados posteriormente por Parenti, já em laboratório, após a triagem feita em campo. Observações feitas durante a Reunião constataram no refúgio da escavação a presença de várias peças com características semelhantes às de outras descritas como artefatos e que portanto deveriam ter sido coerentemente classificadas da mesma maneira. Isso permite supor que foram adotados, em campo e em laboratório, critérios diferentes. Assim, embora admitam que algumas delas poderiam ser artefatos, consideram que sejam 'geofatos', até que provas mais convincentes sejam apresentadas.

5º) Questionam ainda os critérios utilizados para diferenciar fogueiras de concentrações de pedras não reconhecidas como estruturas, e desejam maiores informações quanto à acumulação e distribuição de carvões no interior

de cada uma delas. Por considerarem que foram insuficientemente descritas e documentadas, solicitam seções transversais e vistas dos perfis para exames mais acurados. Acreditam que algumas estruturas de combustão poderiam ser atribuídas a agentes humanos, porém a geologia e a hidrologia do sítio permitem supor que são arranjos resultantes de agentes não-humanos. Reforçando essa possibilidade, o número de estruturas e artefatos apresentam covariação ao longo da seqüência, ocorrendo o mesmo, ao que parece, com a taxa de sedimentação.

6º) A metodologia de escavação teria privilegiado a seqüência geológica vertical e a delimitação horizontal de estruturas, em detrimento de abordagens mais proveitosas, como as associações de artefatos entre si e com as estruturas, bem como a identificação de pisos de ocupação. A aparente opção pela utilização de ferramentas pesadas em lugar de instrumentos delicados, em alguns pontos do sítio, teria dificultado a detecção de microestratos, de episódios de lascamento da pedra que os pesquisadores acreditam ter ocorrido no abrigo, da sua associação com pisos específicos ou com materiais datados, o que teria contribuído para dar maior credibilidade aos achados. Consideram insuficientes as informações sobre o peneiramento feito durante a escavação, que parece não ter sido homogêneo em toda a área trabalhada, não obstan-

te a utilização de peneiras de malhas finas em determinados trechos. Explicações mais detalhadas ajudariam a esclarecer se o porte relativamente grande do material recuperado – exposto durante a Reunião – é resultante de peneiramento desigual, de atividade humana seletiva ou de processos naturais.

7º) O exame de outros sítios existentes na área mostrou que há fortes evidências da presença humana em grutas e abrigos próximos, porém apenas do início do Holoceno em diante, com ocorrência de artefatos inquestionáveis e abundante arte rupestre. Não foram encontrados vestígios convincentes de possíveis ocupações pleistocênicas. Os pesquisadores atribuem essa unicidade da Pedra Furada às características excepcionais do abrigo, que teriam exercido uma forte atração sobre as populações pré-históricas, concentrando-as nesse local. Já os autores acreditam que tal unicidade ajuda a fragilizar a hipótese de uma ocupação tão recuada e preferem admitir, por en-

quanto, que a área foi povoada somente em tempos holocênicos.

Em resumo, os autores entendem que esse é um sítio potencialmente muito importante, mas cuja ocupação pleistocênica só poderá ser aceita sem restrições nos meios científicos se esclarecidas tais questões. Para eles a área não escavada e preservada como testemunho deve ser trabalhada com essa finalidade.

Uma crítica velada perpassa todo o texto, pelo fato de só terem sido divulgados, até o momento, resultados parciais da pesquisa, em breves e esparsos artigos, já que ainda não foi publicada a tese de doutorado de Fabio Parenti, na qual ele discute o sítio no contexto da pré-história americana, apresentando resultados da escavação, estratigrafia, cronologia e evolução cultural. Tendo em vista a dimensão que o sítio assumiu com a ampla difusão que fizeram dos resultados obtidos, os pesquisadores estariam devendo um relatório minucioso e consistente, que

forneça os elementos necessários para sua avaliação. Dispondo apenas da meticulosa apreciação publicada pelos norte-americanos, e sem acesso à totalidade dos dados originais de Guidon e Parenti, a comunidade científica e os interessados em geral não têm como constatar a procedência das objeções feitas. Essa cobrança é sem dúvida pertinente. Entretanto, em algumas partes do texto a sugestão de que as críticas sejam respondidas nessa publicação final soa como um repto.

Desafio por desafio, Guidon há muito lançou também o seu, ao abrir a investigação do sítio aos que questionam seu trabalho. Meltzer, Adovasio e Dillehay, apontaram o que deixou de ser feito, reservando pouco espaço ao reconhecimento do que foi realizado. Afirmando que não há intenção em desmerecer a equipe, mas empregando um tom condescendente e paternalista, encerram seu artigo com uma verdadeira 'aula' de como se deve escavar um sítio arqueológico, deixando os pesquisadores responsá-

veis em situação de desconforto, não obstante o teor extremamente amigável do texto.

O quadro de controvérsia pode ser revertido, na medida em que uma força-tarefa multinacional aceite a proposta feita por Guidon a todos os que fazem objeções à sua metodologia e interpretação dos dados e assumam, sob a sua coordenação, a continuidade dos trabalhos no bloco-testemunho. Sem dúvida alguma, o peso do que está em jogo não deixa outra alternativa senão o mais rigoroso exame das evidências remanescentes. Só assim poderão ser esclarecidos pontos ainda obscuros, dirimidas dúvidas pendentes e respondidas questões que vêm sendo levantadas. Não há outra forma de liquidar definitivamente a polêmica criada em torno da Pedra Furada.

**Antiquity* vol. 68, p. 695 (1994).

Tania Andrade Lima

Departamento de Arqueologia e Museologia, Universidade Estácio de Sá.

N O T A S

Discordâncias sobre a idade do Universo

A idade das estrelas mais velhas de nossa galáxia pode ser calculada por comparação entre populações de estrelas agrupadas e modelos estelares já calibrados. O melhor dado obtido por esse processo foi de cerca de 15,8 (margem de erro de +/- 2,1)

bilhões de anos, o que entra em conflito com a idade do Universo de 8 a 13 bilhões de anos, estimada por um outro método. Os pesquisadores M. Bolte, da Universidade da Califórnia em Santa Cruz e C. J. Hogan, da Universidade de Washington em Seattle (EUA), tentam resolver o conflito. Parece pouco provável que

Milhões de estrelas formando agrupamentos discretos pela atração gravitacional mútua existente entre elas.



haja uma redução nas estimativas das idades estelares, o que torna necessário identificar quais são os modelos

cosmológicos que melhor descrevem a natureza do Universo em expansão. *Nature*, vol. 376, p. 399 (1995).

Produtos não-poluentes contra a incrustação

Bernardo Antônio Perez da Gama

Renato Crespo Pereira

*Instituto de Biologia,
Universidade Federal Fluminense.*

Fabricadas com substâncias de alta toxidez, as tintas especiais utilizadas atualmente para evitar a fixação de cracas, algas e outros organismos marinhos em estruturas submersas de diversos tipos, de cascos de navios a plataformas de petróleo, têm efeitos drásticos em todo o ambiente marinho. O prejuízo ecológico, que já levou à restrição do uso dessas tintas em alguns países, torna urgente o desenvolvimento de alternativas não-poluentes de combate à incrustação biológica. Entre as substâncias que vêm sendo pesquisadas, com essa finalidade, destacam-se os produtos naturais de organismos marinhos, muitos deles integrantes da própria comunidade incrustante, como as algas, os corais e as esponjas. Estudos indicam que várias substâncias sintetizadas por tais organismos são potenciais aditivos para novas tintas, capazes de controlar eficazmente a incrustação sem agredir o meio ambiente.



**Colônias de
octocorais de
diferentes
espécies.**

Embarcações, plataformas de petróleo e outras estruturas submersas construídas pelo homem sofrem a ação de diferentes processos físicos, químicos e biológicos de origem marinha, com sérios prejuízos a diversas atividades. Entre esses processos, um dos mais importantes é a incrustação biológica (*biofouling*) – a formação, na superfície dessas estruturas, de uma camada de bactérias, algas e invertebrados sésseis (que se fixam a um substrato). A literatura científica já descreveu mais de 1.000 espécies como integrantes da comunidade incrustante, com destaque para algas macroscópicas e diversos invertebrados (esponjas, corais, briozoários, ascídias e cracas).

A incrustação, em qualquer substrato submerso, como rochas (figura 1) ou mesmo outros organismos vivos, começa com a aderência, a uma superfície, de moléculas aglomeradas (biopolímeros) presentes na água. Estas, por processos químicos, atraem bactérias, que aderem à superfície de modo reversível ou irreversível (nesse caso, fixam-se por fibrilas macromoleculares). Ao formar colônias, as bactérias propiciam nova aderência (*microfouling*), agora reunindo populações bacterianas secundárias, diatomáceas (algas unicelulares), protozoários e material particulado. Em seguida, ocorre a fixação de organismos mais complexos: larvas de invertebrados ou esporos e propágulos de algas.

A fixação dos organismos incrustantes depende de fatores como tipo e rugosidade do substrato, intensidade de luz, existência de colonizadores primários (biofilme), presença de adultos da mesma espécie, quimiorrecepção das unidades de perpetuação (esporos e larvas) e outros. Pesquisas recentes parecem indicar que a quimiorrecepção das larvas (atração ou rejeição pelas características químicas do substrato) tem grande importância na sucessão, na estrutura das comunidades e nas interações entre as espécies.

Três modelos ecológicos tentam ex-



Figura 1. Incrustação biológica em rochas, no ambiente natural, vendo-se vários tipos de organismos incrustantes.



Figura 2. Incrustação biológica em casco de embarcação, destacando-se a presença de cracas, apenas na faixa em que a tinta antiincrustante foi danificada (à esquerda).



Figura 3. Incrustação biológica em estado avançado em bóia de ancoragem (à direita).

plicar a substituição ou sucessão das espécies ao longo do tempo: a facilitação (alteração das condições por colonizadores primários, ou microincrustantes, auxiliando a fixação de colonizadores 'tardios'); a inibição (a mesma alteração, agora prejudicando a invasão posterior); e a tolerância (ausência de interferência na colonização posterior). Evidências suficientes comprovam a facilitação e a inibição, mas aparentemente os três modelos ocorrem no desenvolvimento de comunidades incrustantes.

Os problemas decorrentes da incrustação são variados. O processo torna irregular e rugosa a superfície dos cascos

de embarcações, aumentando o arrasto e reduzindo a velocidade (figura 2). Um acréscimo de 10 microns (1 = 1 milionésimo do metro), por exemplo, na rugosidade média do casco de um barco eleva de 0,3 a 1% o consumo de combustível. Plataformas de petróleo e outras instalações fixas sofrem corrosão, aumento da massa da instalação e distorções em sua configuração. Em instalações flutuantes e bóias de navegação o peso é elevado e a flutuabilidade reduzida, orifícios ou tubulações entopem e mecanismos móveis, como distorcedores de correntes, são afetados (figura 3). Os efeitos na transmissão de sons, a destrui-

ção de tintas e a corrosão e preenchimento da malha de redes e telas usadas na aquicultura marinha provocam outros prejuízos. Em tubulações marítimas, como as de resfriamento de usinas nucleares, a incrustação altera o hidrodinamismo, maximizando o desgaste pela erosão.

O primeiro registro de tentativas de combate ao problema remonta ao ano de 462 a.C., e descreve o uso de uma mistura de arsênico e enxofre. Através dos séculos, barcos de madeira foram protegidos por misturas contendo sebo, enxofre ou breu, ou por placas de cobre ou chumbo pregadas aos cascos. Novos métodos de controle desenvolveram-se rapidamente desde a Segunda Guerra, destacando-se o uso de tintas antiincrustantes, contendo substâncias tóxicas. Tais substâncias previnem inicialmente a in-

crustação, mas com o tempo o efeito diminui, até desaparecer, exigindo soluções onerosas e nem sempre eficazes: periodicamente, os navios precisam ser docados a seco, raspados e repintados, e as instalações fixas também têm que ser raspadas por mergulhadores.

O uso em tintas desse tipo de substâncias de alta toxicidade, como ocorre hoje com os organoestanhos, tem efeitos altamente nocivos não só na comunidade incrustante, mas também em outras formas de vida marinhas (ver 'Veneno no mar'). O dano ecológico resultante torna urgente a busca de produtos alternativos que associem propriedades antiincrustantes e compatibilidade ambiental.

Uma possibilidade interessante, nessa área de pesquisa, surge da observação de que alguns organismos integrantes

da própria comunidade incrustante – certas algas, esponjas, corais e ascídias – geralmente não têm sua superfície colonizada pelos demais. Isso significa que as substâncias indiscriminadamente tóxicas, para a maricultura e também para o homem, talvez possam ser substituídas por produtos do chamado metabolismo secundário (não ligado diretamente às funções vitais) desses organismos que revelem atividade alelopática (nociva a outros organismos pela liberação de substâncias tóxicas no meio ambiente) ou antiepibiótica (capaz de impedir a fixação de um organismo sobre outro).

Os organismos marinhos frequentemente contêm substâncias químicas características e/ou únicas. Derivadas do metabolismo secundário, tais substâncias são objeto de muitos estudos de ecolo-

VENENO NO MAR

As primeiras tintas antiincrustantes continham óxido de cobre como substância ativa. Em contato direto com cascos de embarcações de aço ou alumínio, entretanto, esse composto provoca séria corrosão por eletrólise. Além disso, testes realizados pela Marinha americana comprovaram que tintas com óxido de cobre perdem a atividade antiincrustante em menos de um ano.

Em 1925, os organoestanhos – substâncias com grupos orgânicos ligados a um átomo de estanho – começaram a ser usados no combate às traças, ganhando novo uso nos anos 30: estabilizadores em transformadores e capacitores e em PVC. Nos anos 50, descobriu-se que eram eficazes como pesticidas, e isso os levou, pouco depois, a serem empregados como aditivo em tintas antiincrustantes. São usados em tintas antiincrustantes nove dos cerca de 20 tipos conhecidos de tributilestanho – TBT, do inglês *tributyltin*, com três butilas (radicais formados por quatro átomos de carbono e nove de hidrogênio) ligadas ao átomo de estanho.

As tintas com TBT são até cinco vezes mais eficazes que as com óxido de cobre, e não corroem estruturas de alumínio e aço. Desde que tais tintas passaram a ser usadas em larga escala, nos anos 70, alardeou-se que eram a solução para o antigo e oneroso problema da incrustação biológica. Na mesma época, porém, surgiram evidências de efeitos prejudiciais dos organoestanhos em muitas formas de vida marinhas, além

dos organismos incrustantes, incluindo espécies economicamente importantes, como ostras e mexilhões. Nas ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*), por exemplo, os TBTs provocaram um desenvolvimento anormal da concha e impossibilitaram a reprodução. Tais efeitos indesejáveis levaram países como Japão, França, Inglaterra, Dinamarca, Alemanha, Suíça e Estados Unidos, entre outros, a adotarem medidas regulatórias ou restritivas ao uso de TBTs. O Brasil, até o momento, não possui legislação a respeito.

De modo geral, os efeitos sobre a vida marinha estão relacionados à quantidade de TBT liberada na água, pelas tintas ou pela raspagem dos cascos. A liberação ocorre de três maneiras diferentes (figura 4), dependendo do tipo de tinta: a)

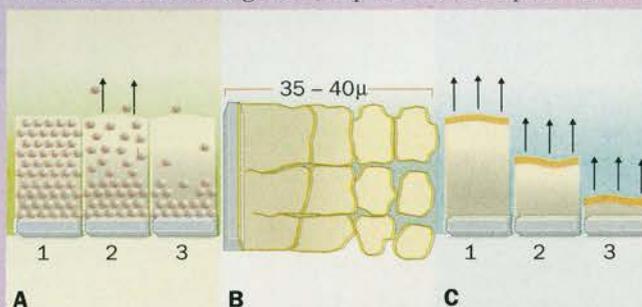


Figura 4. Tipos de tinta antiincrustante:
A) convencional ou de livre-associação;
B) de matriz solúvel ou ablativa; e
C) de autopolimento.

gia química marinha, ciência que abrange uma interface entre a biologia e a química. Muito do interesse recente em ecologia química marinha nasceu da curiosidade sobre a química de produtos naturais e da busca por substâncias biologicamente ativas ainda desconhecidas (ver 'Diálogo químico dos mares', *Ciência Hoje* nº 46, 1988). Entre os diferentes campos de estudo dessa ciência destacam-se as defesas contra predadores, as relações entre hospedeiros tóxicos e hóspedes, a alelopatia na competição por espaços e as defesas antiincrustantes.

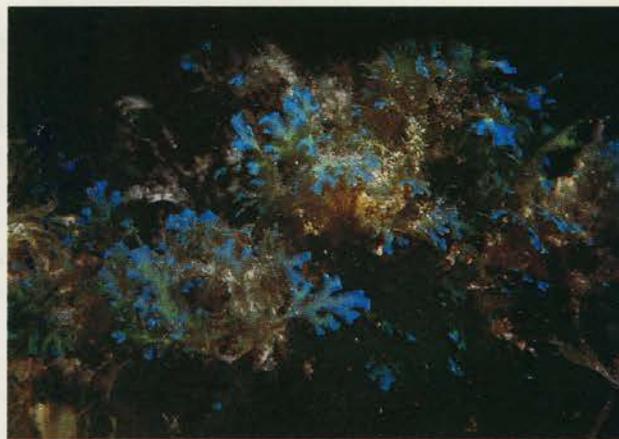
AS ALGAS

As algas marinhas (figura 5) produzem grande número de metabólitos secundários, incluindo hidrocarbonetos e vários terpenóides (monoterpenos, sesquiter-

Figura 5. Potencial produtora de metabólitos antiincrustantes, a alga parda *Dictyota mertensii* apresenta forte iridescência, com um brilho verde-azulado.

penos e diterpenos), muitos deles bioativos. Mas só recentemente a importância ecológica dos metabólitos secundários dessas algas tem sido investigada, em trabalhos que enfatizam a mediação química entre herbívoros e macroalgas (ver 'O arsenal químico das algas', *Ciência Hoje* nº 96, 1993).

Os primeiros trabalhos com atividade antiincrustante de produtos naturais de algas marinhas envolveram, como nos referentes aos demais organismos ma-



rinhos, a hipótese geral de que uma substância com atividade antibiótica seria potencialmente um agente antiincrustante. Ensaios efetuados com extratos das algas pardas (classe Phaeophyceae) *Sargassum natans*, *Laminaria digitata* e *Himantalia elongata* geraram zonas de inibição em culturas de bactérias

na convencional ou de livre-associação, o biocida é liberado ao entrar em contato com a água; b) na de matriz solúvel ou 'ablativa', ocorre uma 'descamação', com a exposição de mais biocida a cada camada; e c) na de autopolimento, o biocida é integrado quimicamente a uma matriz hidrofóbica que, ao reagir com a água, o libera. As tintas do tipo (a) têm alta taxa inicial de liberação e curto período de proteção contra a incrustação. As do tipo (b) liberam TBT de forma mais lenta, mas têm um período de eficácia semelhante ao das tintas do tipo (a). Já as do tipo (c) liberam o produto em velocidade ainda menor e oferecem proteção proporcional à espessura da tinta, além de dispensar a raspagem da tinta antiga, evitando poluição adicional por TBT.

O caminho do TBT no ambiente marinho não está inteiramente definido, mas uma proporção biologicamente significativa é acumulada por organismos de diferentes níveis de organização. Diversos estudos mostram que a substância pode ser rapidamente acumulada a partir da água (atingindo altos níveis nos tecidos, principalmente nas brânquias) ou da alimentação (chegando a níveis críticos no fígado e em outras vísceras). Essa acumulação pode ter várias conseqüências, mas sabe-se que a tolerância ao TBT tende a crescer com o nível evolutivo – ou seja, ostras e outros bivalves têm menos capacidade de metabolizar TBT do que crustáceos e peixes. Em moluscos, a substância tem efeitos nocivos na embriogênese, no desenvolvimento larval e juvenil de ostras e na formação

da concha, além de provocar o surgimento de características masculinas em fêmeas de *Nucella lapillus*. A ingestão de TBT por ratos (150 mg/kg) provoca apatia, perda de peso e irritação gastrointestinal, e a inalação aguda (70 mg/m³) leva à morte por edema pulmonar. Estudos *in vitro* também verificaram que organoestanhos, mesmo em baixos níveis, provocam alterações irreversíveis em hemáceas humanas.

O TBT, portanto, é considerado o produto mais tóxico já introduzido no ambiente marinho. Seus primeiros efeitos biológicos são a perturbação da membrana celular e a interferência na produção de ATP e na cadeia de transporte de elétrons. Após a acumulação, o composto freqüentemente sofre desbutilação, o que não soluciona o problema, já que o estanho inorgânico (Sn⁴⁺) é um dos metais mais tóxicos. O TBT inibe eficientemente a macroincrustação, mas em um período que varia de semanas a meses estabelece-se um biofilme de bactérias resistentes à substância. Diversos pesquisadores ressaltam que o desenvolvimento das etapas posteriores da incrustação depende desse biofilme e sugerem que sua inibição impediria a macroincrustação.

Como a extinção do uso de organoestanhos não é esperada a curto prazo, existe a necessidade crescente de alternativas. A procura por tintas de baixo impacto ambiental induziu indústrias desse campo e pesquisadores a testar novas formulações experimentais que, se possível, associem propriedades antiincrustantes a compatibilidade ambiental.

marinhas e terrestres, e a aplicação do extrato de *S. natans* a painéis de madeira submersos inibiu o crescimento de cracas e outras algas. Mas outros estudos indicaram que esses resultados de atividade antimicrobiana não podem ser diretamente extrapolados para o ambiente marinho e aplicados a hipóteses evolutivas ou ecológicas.

A partir de extratos de outras algas pardas, *Undaria pinnatifida* e *Costaria costata*, foram isoladas as substâncias galactosil-diacilglicerol e sulfoquinovosil-diacilglicerol. Em ensaio laboratorial de comportamento de repelência ao mexilhão azul, *Mytilus edulis*, ambas as substâncias revelaram-se ativas. Embora esse seja considerado um teste para possíveis substâncias antiincrustantes, a repelência ao mexilhão em laboratório não significa que o mesmo ocorra em condições naturais, ou que outros organismos incrustantes respondam da mesma forma. Além disso, poucos invertebrados marinhos sésseis selecionam e mudam de substrato após a fixação larval, como acontece com *M. edulis* – na maioria, a fixação da larva é definitiva.

As algas vermelhas (classe Rhodophyceae) são as únicas algas produtoras de substâncias halogenadas (halometabólitos), entre elas monoterpenos (em espécies do gênero *Plocamium*, por exemplo), sesquiterpenos (em espécies do gênero *Laurencia*) e bromofenóis (em *Rhodomela larix*). Como várias dessas substâncias têm atividade biológica ou desempenham papel importante na competição por alelopatia, seu lançamento no meio ambiente pode ser de grande utilidade para as algas – atuando no controle da predação, da epifitização (fixação de uma alga sobre outra) ou da incrustação por microorganismos ou invertebrados. Tais produtos, portanto, não estariam envolvidos no metabolismo primário, e sim em um sistema de secreção que daria à alga vermelha que o possui uma vantagem ambiental seletiva.

Um exemplo está na variação, ao

longo do ano e em diferentes partes do talo, do teor de lanosol (álcool 2,3-dibromo-4,5-dihidroxibenzil), principal bromofenol encontrado na alga *R. larix*. Existe uma relação entre períodos de alta produção de lanosol e redução da epifitização, assim como entre as diferentes partes da alga (a produção de lanosol decresce das porções mais ramificadas e mais jovens do talo para as mais velhas e mais próximas da base) e a epifitização (as partes mais velhas são as mais recobertas). Essas evidências apontam para uma possível atuação do lanosol (de comprovada atividade antifúngica e bactericida) como antiépifítico.

O monoterpeno halogenado cloromertenseno, extraído da alga vermelha *Plocamium hamatum*, provoca necrose de contato no coral alcionáceo *Sinularia cruciata*. Para testar se o efeito era realmente causado pelo cloromertenseno, talos sintéticos embebidos em cloromertenseno na concentração natural encontrada na alga e talos-controle embebidos apenas em solvente foram expostos em ambiente natural. Após 48 horas, os talos sem cloromertenseno foram reduzidos em tamanho por predação e recobertos por epifitas e pequenos invertebrados, enquanto os tratados com a substância não foram predados ou incrustados, mesmo após duas semanas. Assim, o cloromertenseno parece desempenhar um papel multifuncional para *P. hamatum*: além da ação alelopática, prevenindo o recobrimento por *S. cruciata* e a expansão desse coral, dominante no mesmo habitat, parece ter efeitos anti-predação e antiincrustação.

Embora sejam grandes produtores de metabólitos

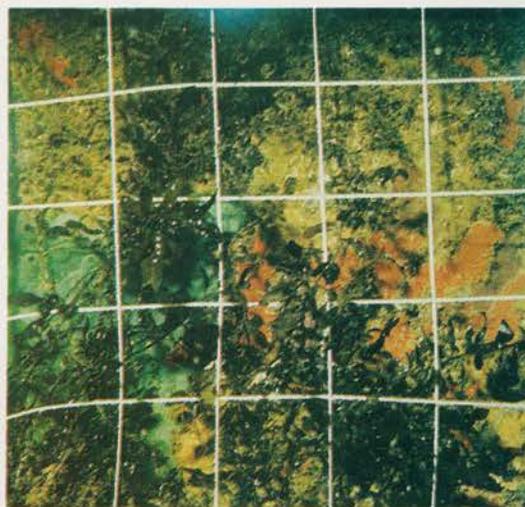
secundários, as algas marinhas têm sido negligenciadas em estudos sobre defesas químicas antiincrustantes (figura 6). Para avaliar a significância ecológica desses metabólitos como antiincrustantes, seria necessário conhecer melhor onde e como são armazenados nas algas e se são liberados em sua superfície. Mas não existem, até o momento, estudos que determinem rigorosamente a quantidade e a frequência da liberação de produtos secundários em condições naturais (embora haja evidências de que isso ocorre) e as concentrações destes nas proximidades das algas.

AS ESPONJAS

Entre todos os invertebrados marinhos, as esponjas (figura 7) são os que sintetizam produtos naturais em maior quantidade e diversidade. Sua larga produção inclui compostos químicos como derivados de dibromotirosina, alcalóides, sesquiterpenos, diterpenos e esteróis. Esses animais revelam grande riqueza em defesas químicas, provavelmente em função de suas características: têm tecidos moles, relativamente desprotegidos, e modo de vida sésseis. Muitas atividades farmacológicas de metabólitos de esponjas já foram estudadas, mas poucos estudos visaram determinar o papel dessas substâncias no ambiente natural.

Ensaio em laboratório sobre ativida-

Figura 6. A produção de substâncias antiincrustantes por algas (sobre esponjas azuladas e alaranjadas) ainda tem sido pouco investigada.



de antimicrobiana e sobre inibição da fixação ou da metamorfose de larvas do briozoário *Phidolophora pacifica* (sub-classe Ectoprocta), do verme marinho *Salmacina tribranchiata* (classe Polychaeta) e do molusco *Haliotis rufescens* (classe Gastropoda), entre outros trabalhos, levaram ao isolamento de vários produtos naturais. Destacam-se entre esses a aerotionina e a homoaerotionina, derivados da dibromotirosina (encontradas em *Aplysina fistularis*); o diterpeno ambliol A e o sesquiterpeno pallescina A (em *Dysidea ambliol*); o sesterpeno linear idiadiona e os sesterpenos tetracíclicos heteronemina, 12-epi-desoxoscalarina, desacetil-12,18-diepiscalaradiol e scalafurano (em *Leiosella idia*); sulfatos de esteróis (em *Toxadocia zumi*); isonitrilas e isotiocianatos sesquiterpênicos (em *Axinella* sp); e algumas misturas desconhecidas extraídas de *Haliclona cinerea* e *Pachybalina lunisimilis*. O molusco *H. rufescens* mostrou-se extremamente sensível a esses produtos, sofrendo inibição na metamorfose larval.

Os dois metabólitos antimicrobianos da esponja *A. fistularis* (ordem Verongida) são liberados na água do mar, em taxas avaliadas em laboratório e em campo. A espécie responde a danos físicos aumentando entre 10 a 100 vezes a quantidade do produto que libera normalmente. Para verificar se essa liberação tem efeito alelopático, foram repetidos, agora usando apenas as substâncias liberadas e não extratos das esponjas, os testes previamente aplicados a 40 espécies desses organismos, exceto o de atividade antimicrobiana. Através de um sistema de fluxo contínuo em aquários, a água dos tanques com a esponja viva foi transferida para tanques de teste, observando-se a reação de invertebrados aos compostos presentes nessa água. Nos testes de inibição da fixação larval, espécimes vivos de esponja foram mantidos durante uma hora em aquários e a água desses aquários, com as substâncias liberadas, mostrou-se tó-



Figura 7. Esponja alaranjada, que apresenta substâncias com potencial antiincrustante, e diversos ouriços-do-mar.

xica ou inibiu a metamorfose de larvas *veliger* (estágio em que as larvas de moluscos têm uma membrana ciliada para natação) de *H. rufescens*, embora não tenha inibido o estabelecimento de larvas de briozoários e vermes marinhos. Os compostos ainda causaram retração de apêndices em vários invertebrados e morte em nudibrânquios (moluscos sem conchas), indicando nítida atividade alelopática, ainda que não especificamente antiincrustante.

A constatação de que a esponja *Lisodendoryx isodictyalis* (ordem Poecilosclerida) raramente é recoberta por bioincrustantes levou ao estudo da atividade de seus metabólitos secundários, possivelmente terpenos, sobre a fixação de larvas de *Balanus amphitrite*, espécie de craca cosmopolita e abundante em comunidades incrustantes. Os testes revelaram que o extrato bruto, à concentração de 10 microgramas por mililitro ou maior ($1 \mu\text{g} = 1$ milionésimo de grama), inibiu a fixação. Todas as larvas foram mortas à concentração de $400 \mu\text{g}/\text{ml}$. Em outros ensaios, com seis grupos de compostos presentes no extrato (separados por cromatografia), dois desses grupos não apresentaram resultados significativos, dois inibiram significativa-

mente a fixação das larvas e os dois restantes estimularam bastante essa fixação.

Embora o extrato bruto seja eficaz, a presença ao mesmo tempo de substâncias estimulantes e inibitórias da fixação de incrustantes pode indicar que, apesar de a esponja não sofrer recobrimento em seu habitat, essas substâncias não são responsáveis pela defesa antiincrustação na natureza. Algumas esponjas, mesmo não apresentando incrustação, não possuem substâncias antiincrustantes. Independente de seu real papel na natureza, porém, a potência dos metabólitos de *L. isodictyalis* contra a fixação de cracas pode tornar-se útil para o desenvolvimento de novas tintas antiincrustantes.

Populações da esponja *Aplysilla glacialis* (ordem Dendroceratida) coletadas em locais diferentes possuem combinações distintas de produtos secundários, mas predominam na espécie o diterpeno manool e o endoperóxido de colesterol. O muco, uma fina camada na superfície dessa esponja, libera grande quantidade de endoperóxido quando o animal é manuseado ou perturbado – evidência circunstancial de um possível papel defensivo. Testes com os dois produtos indicaram que *A. glacialis* mantém sua superfície limpa de incrustantes por ou-

tros mecanismos e não por defesas químicas, embora estas atuem contra peixes predadores.

Isso mostra que a ausência de incrustantes sobre um determinado organismo não implica a existência de defesas químicas antiincrustação, embora a maioria das pesquisas parta dessa hipótese. Vários pesquisadores acreditam que a produção e liberação de substâncias potentes seja a defesa antiincrustação mais importante em esponjas, mas na verdade esses animais podem proteger-se de outras maneiras (pela renovação periódica do tecido de superfície, por exemplo).

OS CORAIS

Os octocorais (filo Cnidaria, subclasse Octocorallia) estão entre os invertebrados marinhos sésseis mais abundantes em ambientes tropicais e subtropicais. Ao contrário dos hexacorais (subclasse Hexacorallia), que têm esqueleto externo de carbonato de cálcio, os octocorais apresentam corpo flexível, em função da perda da proteção física da calcificação. Dentre as seis ordens de octocorais, os corais moles verdadeiros (ordem Alcyonacea) e as gorgônias ou leques-do-mar (ordem Gorgonacea) são os mais conhecidos, tendo ampla distribuição. Uma das razões para o sucesso evolutivo desses grupos é provavelmente a grande quantidade e variedade de metabólitos secundários ativos encontrados em seus tecidos e usados como defesa contra seus predadores.

O coral mole *Sinularia flexibilis* (ordem Alcyonacea), por exemplo, não apresenta incrustação biológica em suas colônias, e testes de laboratório indicaram que o diterpeno sinulariolido, principal metabólito da espécie, inibe o crescimento de algas. Algumas colônias do também alcionáceo *Lobophytum pauciflorum*, da Austrália, raramente estão recobertas por bioincrustantes, mas outras colônias da mesma espécie apresentam sobre sua superfície várias espé-

cies de algas filamentosas. A análise cromatográfica dos extratos dessas colônias levou ao isolamento de um diterpeno (2-epi-sarcofotóxido) nas colônias incrustadas e de dois outros diterpenos (14-hidroxicembra-1,3,7,11-tetraeno e 15-hidroxicembra-1,3,7,11-tetraeno) nas colônias 'limpas'.

Em culturas da alga vermelha *Ceramium codii* inoculadas com os vários diterpenos desse octocoral, somente o produto isolado das colônias incrustadas, surpreendentemente, inibiu de forma significativa o crescimento dessa alga. O resultado sugere que esse diterpeno não atua, na colônia, no sentido de prevenir a incrustação, mas é produzido (possivelmente a partir dos dois outros diterpenos) a partir da instalação desta. Essa seria uma indicação clara de resposta defensiva aos incrustantes, provavelmente um tipo de competição por interferência, em um espaço (recife de coral) acirradamente disputado. No entanto, a análise posterior de 20 outros pares incrustados e não-incrustados de mesma espécie (tomando-se colônias de várias espécies de alcionáceos) não revelou outros exemplos de diferenças químicas associadas à incrustação.

Evidências semelhantes permitiram o isolamento, em corais da ordem Gorgonacea, de quatro novas substâncias. Na costa da Califórnia (Estados Unidos), a gorgônia *Muricea californica* é o mais abundante exemplar do gênero, mas outra espécie quase idêntica, *M. fruticosa*, divide o mesmo ambiente e é consideravelmente menos suscetível à incrustação. A composição química das duas espécies é muito semelhante, incluindo triglicérides, esteróis e ácidos graxos, mas *M. fruticosa* contém além disso quatro saponinas, as muricinas 1, 2, 3 e 4. Antes dessa descoberta, as saponinas eram conhecidas somente em pepinos-do-mar e estrelas-do-mar (ambos do filo Echinodermata). Ao contrário das demais saponinas, as muricinas 1 a 4 não são tóxicas para peixes nem têm atividade

antibiótica, mas inibiram o crescimento da microalga *Phaeodactylum tricoratum* à concentração de 100 partes por milhão. Possivelmente, esses compostos atuam como antiincrustantes, em *M. fruticosa*, pela inibição das etapas iniciais do processo (bactérias e microalgas).

A avaliação do papel das muricinas na defesa antiincrustação ainda depende de comprovação experimental em campo. A simples evidência dessa atividade, no entanto, dissolve a idéia de uma relação entre toxidez e atividade antiincrustante, que alguns autores já estão abandonando, após a obtenção de resultados similares.

Frações de extrato da gorgônia *Lepetogorgia virgulata* mostram tanto inibição quanto estímulo à fixação de larvas da craca *B. amphitrite*. Resultados mais detalhados revelam que a fração de baixo peso molecular do extrato inclui pelo menos duas subdivisões contendo substâncias inibitórias. Uma fração afeta o comportamento das larvas, e a outra, com pelo menos duas substâncias, inibe a fixação em laboratório. Tais produtos, porém, não inibem a fixação pela toxicidade, mas possivelmente interferem na aderência das larvas ao substrato. Embora normalmente a atividade antiincrustante seja associada à toxicidade, podem existir mecanismos de ação, como a inibição da metamorfose larval, a alteração do estado fisiológico das larvas e a inibição do estabelecimento de cracas pela alteração do substrato (similar à inibição causada pela adesão de biofilmes bacterianos ao substrato).

Em testes de fixação de larvas de *B. amphitrite*, utilizando produtos do octocoral *Renilla reniformis* (ordem Penatulacea), foi observada forte inibição por substâncias de baixo peso molecular, possivelmente terpenos. Em outro estudo com o mesmo coral foram isolados três diterpenos semelhantes aos previamente isolados de outros penatuláceos, as renillafoulinas A, B e C, inibidores eficazes da fixação de cracas. Verificou-

se também que a renillafoulina A não apresenta qualquer ação antibacteriana ou antivirótica, atestando a inexistência da relação entre atividade farmacológica e atividade antiincrustante, defendida por alguns pesquisadores e contestada por outros.

Outros testes, utilizando larvas de *B. amphitrite* e do briozoário incrustante *Bugula neritina*, comprovaram que os extratos dos octocorais *L. virgulata* e *R. reniformis* contêm substâncias eficazes contra a fixação de cracas e briozoários. Mas verificou-se que substâncias anti-briozoários são ineficazes contra cracas, e que substâncias anticracas não têm efeito sobre briozoários – as propriedades cromatográficas dessas substâncias são diferentes. Embora preliminares, esses resultados sugerem uma alta especificidade de atuação para os metabólitos antiincrustantes de octocorais.

Os pucalidos, compostos isolados de *R. reniformes*, têm potente atividade antiincrustante, e talvez possam tornar-se substitutos para os organoestanhos, embora sofram fotólise e degradação química no meio marinho. Para evitar essa degradação e assegurar uma liberação gradativa na água, esses pucalidos foram incorporados a uma tinta através de encapsulação em microestruturas cilíndricas, o que intensificou sua atividade antiincrustante, comparada à adição convencional em tintas. Esse resultado confirma que a descoberta de substâncias antiincrustantes não-poluentes e o desenvolvimento de tintas apropriadas às características de tais substâncias podem evitar ou minimizar os problemas decorrentes do uso no ambiente marinho de tintas altamente tóxicas (figura 8).

A interação entre a gorgônia *L. virgulata* e o gastrópodo *Neosimnia uniplicata* (predador especialista a ela associado) levou ao isolamento dos dipertenos pucalido e epoxipucalido, em ambas as espécies. Testados em laboratório (através da fixação de larvas de *B. amphitrite*) e em campo, os dois produtos

revelaram forte atividade inibitória nas duas condições, indicando que podem desempenhar, ao lado de outros compostos, uma importante função na proteção de octocorais contra organismos incrustantes, já que são encontradas também em outras espécies de gorgonáceos, alcionáceos e penatuláceos.

AS ASCÍDIAS

Os tunicados ou ascídias (classe Ascidiacea) são organismos sésseis solitários ou coloniais que vivem em grande variedade de habitats e microhabitats, caracterizados pela habilidade de concentrar vanádio e pela presença de uma túnica de celulose. Diversas espécies apresentam túnicas espessas ou espículas (estruturas em forma de agulha que compõem o esqueleto), enquanto outras, especialmente as que formam colônias, têm seus tecidos relativamente desprotegidos, expostos à predação ou à incrustação. Os estudos sobre a ecologia química das ascídias enfocam principalmente as defesas contra predação, embora tais organismos produzam metabólitos secundários característicos, como as eudistominas ou as tambjamins, que podem desempenhar também funções alelopáticas ou antiincrustantes.

Inicialmente, medições da acidez (pH) das túnicas das ascídias e da concentração de vanádio em seus tecidos, combinada com observações da incrustação, mostraram forte correlação entre alta acidez (pH baixo) da túnica e ausência de incrustantes, descartando a hipótese de que esta ausência estaria ligada à concentração de vanádio. Outros estudos apontavam uma associação entre colonialidade e ausência de epibiontes. Embora as evidências ainda não fossem conclusivas, admitia-se que a acidez da túnica, além de ser uma importante defesa química contra predadores, podia evitar também a fixação e a sobrevivência de bioincrustantes.

Trabalhos mais recentes, inspirados pelas diferentes suscetibilidades à in-



Figura 8. Gorgônia produtora de diferentes terpenóides com ação potencial contra a incrustação.

crustação de ascídias de mesmo gênero, *Eudistoma olivaceum* e *E. capsulatum* (família Polycitoridae), que ocorrem no mesmo habitat, levaram pesquisadores a rejeitar a hipótese da acidez como defesa antiincrustante. Ambas as espécies possuem alta concentração de vanádio e túnica ácida, propostos como os mecanismos que evitariam a incrustação, mas *E. capsulatum*, que apresenta alta acidez (pH 1-2), é significativamente mais recoberta por organismos incrustantes que *E. olivaceum*, com pH quase neutro (6). A diferença na incrustação, portanto, não pode ser relacionada à acidez.

Para verificar se *E. olivaceum* se protegeria contra a incrustação com metabólitos secundários, extratos das duas espécies foram usados em testes de atividade microbiana, citotóxica e antiviral, além de experimentos de fixação de larvas de *B. neritina*. O extrato de *E. olivaceum* apresentou forte atividade antimicrobiana, enquanto o de *E. capsulatum* teve efeito reduzido, resultado que se repetiu no ensaio de fixação de *B. neritina*. As evidências experimentais sugeriram que *E. olivaceum* mantém sua superfície livre de incrustantes pela pro-

dução de defesas químicas, provavelmente um ou mais dos 20 alcalóides (eudistominas) isolados a partir da espécie. Posteriormente, através de purificação guiada por bioensaios com *B. neritina*, a atividade antiincrustante foi atribuída às eudistominas G e H, que, aparentemente, inibem a fixação pela toxicidade às larvas.

O mecanismo antiincrustação de *Polysyncrator lacazei* (família Didemniidae), tunicado que apresenta a superfície quase livre de outros organismos, também foi objeto de pesquisas, envolvendo a avaliação de hipóteses como migração de muco superficial, secreção contínua de muco, descamação da epiderme, defesas físicas, pH superficial e defesas químicas. Observou-se, mais uma vez, que a acidez superficial não tem atuação antiincrustante. Para avaliar o papel das defesas químicas, extratos de *P. lacazei* em diferentes solventes e suas frações semipurificadas foram testados contra bactérias do fundo do mar, fungos marinhos, microalgas e larvas do ouriço *Paracentrotus lividus*. Frações distintas afetaram um ou mais organismos, embora uma mesma fração não tenha mostrado forte atividade sobre vários organismos. Os autores da pesquisa concluíram que *P. lacazei* evita a incrustação através da descamação periódica da epiderme e de defesas químicas, mas estas ainda precisam ser melhor estudadas, em ensaios específicos.

CONCLUSÕES

A tentativa de relacionar a ação contra patógenos humanos de vários produtos do metabolismo secundário de invertebrados marinhos com um possível papel ecológico dessas substâncias na defesa antiincrustação biológica não trouxe o resultado esperado. Embora uma grande quantidade desses produtos tenha mostrado ter efeito sobre bactérias e outros patógenos humanos, apenas alguns revelaram-se ativos contra microorganismos marinhos.

Os organismos mais estudados como produtores de substâncias antiincrustantes são, sem dúvida, os octocorais. A atividade antiincrustante foi observada com maior frequência em dipertenos, em especial os encontrados nas espécies pertencentes às ordens Gorgonacea e Pennatulacea. Os penatuláceos, no entanto, têm sido negligenciados em pesquisas sobre defesas químicas em octocorais, embora vários dipertenos com forte atividade tenham sido isolados a partir da espécie *R. reniformis*.

Esponjas (figura 9) também parecem ser boas fontes de antiincrustantes, embora os produtos desses animais (dipertenos, sesquipertenos e esteróis) revelem-se menos potentes que os inibidores de fixação de organismos incrustantes extraídos de octocorais. As substâncias ou frações ativas de esponjas, no entanto, são tóxicas para as larvas dos animais incrustantes, o que não ocorre com as de octocorais, cuja atuação provavelmente se dá pela alteração das características originais do substrato.

Os metabólitos secundários de origem marinha com atividade antiincrustante atuam, principalmente de duas maneiras:



Figura 9. Esponja praticamente sem incrustação, possivelmente pela ação de seus metabólitos secundários.

a) Pela modificação das características originais do substrato, tornando-o repelente à fixação das larvas de invertebrados (provavelmente alterando os mecanismos de quimiorrecepção do substrato comuns na fase larval prefixação, modo de ação verificado especialmente em metabólitos de octocorais).

b) Pela toxicidade às larvas (observado principalmente em substâncias isoladas de esponjas e ascídias).

Ainda que essas formas de ação apresentem uma tendência geral, os mecanismos de ação dessas substâncias parecem ser altamente específicos, eventualmente inibindo a fixação de uma espécie e estimulando a de outra, ou inibindo a fixação de duas espécies de formas diferentes. Uma mesma espécie também pode produzir substâncias com atividade específica sobre vários invertebrados.

Ainda não existe a certeza de que tais substâncias realmente regulam ou inibam a fixação de larvas de bioincrustantes. Isso exigiria a comprovação de que os metabólitos ocorrem próximo à superfície dos organismos em quantidade suficiente para serem eficazes; de que as larvas de invertebrados e esporos de algas na natureza respondem da mesma forma que em laboratório, levando em conta as relações entre as espécies e os fatores abióticos; e de que os produtos desses organismos não se alteram durante os procedimentos de coleta, armazenamento, extração e isolamento. Deve ser levada em conta a possibilidade de as substâncias serem geradas pelo próprio processo de extração usado, e não terem bioatividade no ecossistema marinho. Mesmo em experimentos bem delineados, a atividade de produtos, frações ou homogenatos em laboratório não indica necessariamente que o mesmo ocorra em condições naturais.

Testar em campo os metabólitos secundários como antiincrustantes envolve vários problemas metodológicos, entre eles o grande volume de extratos ou produtos necessários, a obtenção de

uma concentração de exposição e/ou liberação do produto na superfície dos painéis de teste semelhante à existente na superfície dos organismos vivos, a manutenção (e mensuração) dessa concentração de exposição e/ou liberação ao longo do tempo e a utilização de um painel ou substrato para testes com características físicas (rugosidade, microvolidades) semelhantes às do organismo ou adequadas para o teste. Em consequência, a grande maioria dos trabalhos nessa área efetua apenas testes em laboratório, em detrimento de uma avaliação mais realística da atuação dos produtos.

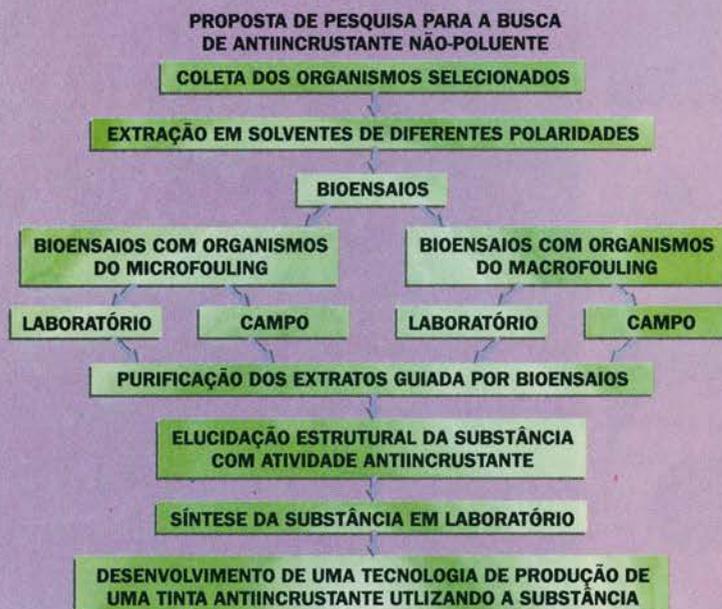
Além disso, a observação de ausência de incrustação biológica sobre determinado organismo não implica necessariamente a existência de defesas químicas específicas, embora a maioria dos trabalhos tome por base essa hipótese. Outras adaptações antiincrustantes podem estar presentes, tais como secreção contínua de muco, descamação (contínua ou periódica) do tecido superficial, defesas físicas ou uma combinação de dois ou mais desses mecanismos.

A presença, tanto em esponjas quanto em octocorais, e numa mesma espécie, de substâncias inibitórias ou estimulantes da fixação de larvas de craca gera algumas dúvidas. Esses compostos desempenham ou não um papel de defesa para os seus produtores? A atividade antiincrustante observada em laboratório é ocasional, sem um papel ecológico de resposta a um tipo de pressão ou estresse provocado pela incrustação? Espécies tropicais parecem produzir mais substâncias com atividade antiincrustante que espécies de latitudes mais altas, mas isso pode resultar da maior quantidade de estudos envolvendo espécies tropicais e não de diferenças naturais entre espécies de diferentes latitudes.

Também não existe relação direta entre atividade antimicrobiana e atividade antiincrustante. Aparentemente, nem a estrutura química, nem a atividade farmacológica de uma substância servem

UMA PROPOSTA DE TRABALHO

Com base no atual conhecimento científico sobre o tema, foi elaborada uma proposta de seqüência de trabalho para estudar o emprego de metabólitos secundários de organismos marinhos como antiincrustantes alternativos. Bastante promissora no Brasil, considerando a grande riqueza de organismos em nosso litoral, a proposta compreende várias etapas, que demandariam anos de trabalho conjunto entre biólogos e químicos e, posteriormente, envolveriam a indústria de produção de tintas.



para prever seu papel ecológico no ambiente natural, como chegou a ser postulado para defesas químicas de algas contra herbívoros. Metabólitos secundários, porém, podem desempenhar um papel multifuncional para o organismo produtor, atuando, por exemplo, como agentes alelopáticos e antiincrustantes.

Embora o verdadeiro papel ecológico das substâncias com atividade antiincrustante ainda seja discutível, a importância destas para a tecnologia marinha é evidente. Vários organismos marinhos parecem ter defesas antiincrustantes, provavelmente desenvolvidas em resposta a fortes pressões seletivas, como as desvantagens inerentes da presença de incrustação. A identificação dos agentes ativos que contribuem para essa atividade pode indicar alternativas ambientalmente compatíveis para antiincrustan-

tes comerciais baseados em substâncias altamente tóxicas, mas para isso será necessário um amplo estudo, dividido em várias etapas (ver 'Uma proposta de trabalho').

Assim, enquanto ajuda a elucidar questões básicas, como o real papel dos metabólitos secundários na competição por espaço e no recobrimento de uma espécie por outras, a ecologia química marinha ainda pode fornecer novas soluções para o velho problema da incrustação biológica.

Sugestões para leitura:

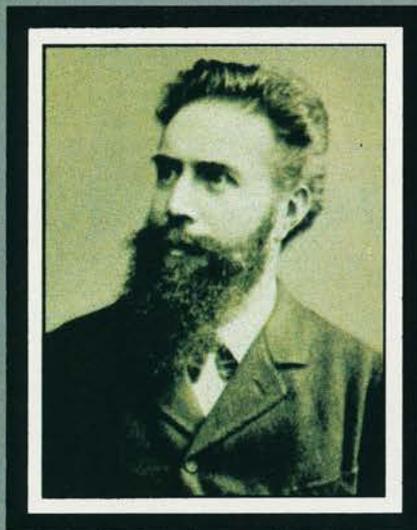
- PAUL V J, *Ecological roles of marine natural products*, Cornell University Press, Nova York, 1992.
- PAWLIK J R, 'Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates', *Oceanography and Marine Biological Annual Review*, vol. 30, 1992.

DESCOBERTA CASUAL OU CRITERIOSO EXPERIMENTO?

Carlos Alberto dos Santos

*Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.*

Há exatos 100 anos, ao investigar certas emissões originadas de um tubo de raios catódicos, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen percebeu que, além de provocar luminosidade em telas recobertas de materiais sensíveis e afetar papéis fotográficos, aquelas emissões podiam atravessar o corpo humano, permitindo ver – e fotografar – o esqueleto. O fenômeno, a que Roentgen deu o nome de raios X, assombrou o mundo, atraindo o interesse dos meios de comunicação e dos cientistas da época, trazendo a fama a seu descobridor e inspirando avanços, práticos e teóricos, ainda hoje de grande importância na medicina, na tecnologia e na pesquisa básica. Embora alguns historiadores acreditem que a descoberta foi



absolutamente casual, a concisão e a objetividade dos trabalhos que o físico produziu sobre os raios X parecem indicar que ele não foi favorecido apenas pelo acaso.

Figura 1. O físico Wilhelm Conrad Roentgen, que há 100 anos descobriu os raios X, até hoje utilizados na medicina e em pesquisas científicas.

RAIOS X

No fim da tarde de 8 de novembro de 1895, quando todos haviam encerrado a jornada de trabalho, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (figura 1) continuava em seu pequeno laboratório, ao lado de um ajudante. Enquanto Roentgen, na sala escura, observava a condução de eletricidade através de um tubo especial, o ajudante, em alto estado de excitação, exclamou: “Professor, olhe a tela!” Nas proximidades do tubo, uma tela recoberta com material fluorescente apresentava uma inesperada luminosidade. Roentgen girou a tela, de modo que a face sem o material fluorescente ficasse de frente para o tubo (por onde passava a eletricidade, na forma de um feixe de elétrons), e ainda assim observou a fluorescência. Então, resolveu colocar sua mão entre o tubo e a tela e viu nesta a imagem de seus ossos. Roentgen observava, pela primeira vez, as radiações que passaram a ser denominadas raios X (figura 2).

Não se sabe se o relato acima é verdadeiro ou apenas uma dramatização do que de fato ocorreu naquele dia. A história registra, no entanto, que a fantástica descoberta obteve uma estrondosa repercussão, não apenas na comunidade científica, mas também nos meios de comunicação de massa da época (ver ‘A ciência em todas as manchetes’).

As mais conhecidas referências à descoberta, porém, minimizam o mérito de Roentgen, enfatizando o aspecto casual da observação, mas essa visão distorcida se desfaz quando se lê os trabalhos de Roentgen sobre os raios X. Com 50 anos na época da descoberta, e menos de 50 trabalhos publicados, o cientista tinha como temas prediletos as propriedades físicas dos cristais e a física aplicada (apresentou em 1878 um alarme para telefones e em 1879 um novo tipo de barômetro). Sua produção científica total não superou 60 trabalhos, número relativamente inexpressivo para um cientista tão aclamado. Sobre os raios X publicou apenas três. Essa pequena produção talvez seja consequência do seu

rigoroso critério de avaliação dos resultados obtidos (ver ‘Vocação para a experiência’), tanto que jamais precisou revisar o que publicou.

Ainda amplamente utilizados, um século após sua descoberta, os raios X têm uma história repleta de fatos curiosos, que demonstram a perspicácia de Roentgen. O físico inglês Sir William Crookes (1832-1919, inventor de um dos tubos usados por Roentgen), por exemplo, chegou a queixar-se da fábrica de material fotográfico Ilford por lhe enviar papéis ‘velados’. Embora protegidos contra a luz, os papéis, em geral mantidos próximos a tubos de raios catódicos, eram velados pelos raios X (ainda não descobertos) que os tubos emitiam. Outros físicos notaram o ‘fenômeno’ dos papéis velados, mas jamais imaginaram que os tubos de raios catódicos tivessem algo a ver com ele.

Mais intrigante é o fato de que o físico alemão Philipp Lenard (1862-1947) ‘tropeçou’ nos raios X antes de Roentgen, mas não compreendeu o que via. Parece, portanto, que Roentgen não foi favorecido apenas pelo acaso: a descoberta estava ‘caindo de madura’, mas só alguém suficientemente sutil – e experimentalmente rigoroso – poderia ‘colhê-la’. Para entender por quê, é preciso conhecer a história dos raios catódicos.

Ninguém fazia a pergunta certa

Os raios catódicos foram descobertos a partir de experiências com descargas elétricas em gases rarefeitos. As primeiras observações sistemáticas de que se têm notícia foram feitas pelo inglês Francis Hauksbee, em 1705. Em 1838, os experimentos do físico Michael Faraday (1791-1862), também inglês, ligaram definitivamente seu nome ao fenômeno das descargas luminosas. Em função das dificuldades técnicas de produção do vácuo adequado, entretanto, essas pesquisas só tiveram novo impulso na segunda metade do século XIX.

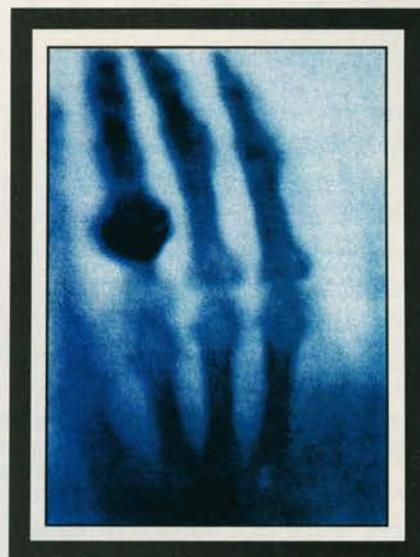


Figura 2. A primeira radiografia conhecida, realizada em 22 de dezembro de 1895, mostra a mão de Bertha, esposa de Roentgen.

Iniciada em 1858 pelo físico alemão Julius Plücker (1801-1868), essa nova fase produziu resultados que desafiaram a inteligência humana durante quase 40 anos. O nome ‘raios catódicos’ (*Kathodenstrahlen*) foi criado em 1876 por outro físico alemão, Eugen Goldstein (1850-1931), que interpretou tais raios como ‘ondas no éter’. Uma interpretação contrária, defendida pelos ingleses, também chamava a atenção do mundo científico da época. Para Crookes, os raios catódicos eram compostos de moléculas carregadas, e estas constituiriam o ‘quarto estado da matéria’ (denominação hoje aplicada ao plasma, obtido exatamente quando se produz uma descarga elétrica num gás rarefeito). Só em 1897 o físico inglês Sir Joseph John Thomson (1856-1940) encerraria a polêmica, demonstrando que os raios catódicos eram elétrons.

Diversas observações, comentários e hipóteses sugerem que, ao longo da segunda metade do século XIX, vários pesquisadores andaram ‘rondando’ a descoberta dos raios X. O próprio Roentgen, nos seus dois primeiros trabalhos, refere-se às possibilidades que Lenard teve de fazer a descoberta.

Num artigo de 1880, 15 anos antes da descoberta, Goldstein já mencionava que uma tela fluorescente podia ser excitada,

mesmo quando protegida dos raios catódicos. Publicado em alemão e em inglês, esse trabalho deve ter chegado ao conhecimento de quase todos os pesquisadores envolvidos nesses estudos, mas ninguém questionou essa fluorescência, obtida – declaradamente – sem a presença dos raios catódicos. Thomson também chegou perto: um ano antes da descoberta dos raios X, ele relatou ter observado fosforescência em peças de vidro comum colocadas a vários centímetros de distância do tubo de vácuo, mas não tentou explicar o fenômeno.

Lenard parece ter sido o pesquisador que mais se aproximou da descoberta de Roentgen. Continuando os trabalhos do seu professor, Heinrich Hertz (1857-1894), Lenard realizou experiências para verificar se os raios catódicos produzidos no interior de um tubo de Crookes poderiam ser observados no exterior. Para isso, construiu um tubo de Crookes vedado na extremidade oposta ao eletrodo negativo (catodo), mas instalou uma pequena janela de alumínio, de 0,0025 milímetros de espessura (figura 6), nessa vedação. Desse modo, uma parte dos

raios catódicos atravessavam essa janela, e podiam ser observados fora do tubo, através da sua interação com materiais fosforescentes (tais raios ficaram conhecidos como 'raios Lenard'). Em 1894, ele publicou, na revista alemã *Annalen der Physik*, suas primeiras observações, destacando três aspectos:

- Os 'raios Lenard' sensibilizavam uma chapa fotográfica.
- Um disco de alumínio eletricamente carregado descarregava-se quando colocado no trajeto desses raios, mesmo estando a uma distância superior a oito

A ciência em todas as manchetes

Em termos de repercussão imediata, a descoberta dos raios X parece ser um caso único na história da ciência. A observação do eclipse solar de 1919, primeira comprovação experimental da teoria da relatividade geral de Einstein, é uma rival de respeito quanto à repercussão na imprensa, mas não chega a competir, nem de leve, quando se trata da repercussão no meio científico (a recente descoberta das cerâmicas supercondutoras também teve forte repercussão na imprensa e entre os cientistas, mas esse impacto ainda não foi quantificado). As notáveis aplicações na medicina foram imediatamente percebidas pelo próprio Roentgen, que fez uma radiografia da sua mão. Pesquisadores em todo o mundo passaram a repetir a experiência de Roentgen (figuras 3 e 4), tentando não apenas descobrir novas aplicações, mas também compreender o surpreendente fenômeno (figura 5), tarefa que desafiou a inteligência humana ao longo de quase três décadas.

A curiosidade sobre os raios X espalhou-se também na comunidade leiga, o que contribuiu para criar um amplo folclore em torno do fenômeno. O jornal norte-americano *St. Louis Post-Dispatch*, por exemplo, publicou várias notícias

pitorescas sobre a descoberta. A 11 de fevereiro de 1896, uma nota dava conta da invenção de um professor de Perugia (Itália), que permitia ao olho humano ver os raios X. No dia 13 de fevereiro, o jornal informava que Roentgen havia iluminado seu cérebro e visto sua pulsação. No dia seguinte, relatava a opinião de alguns cientistas, segundo os quais a descoberta de Roentgen poderia estabelecer novas teorias sobre a criação do mundo.

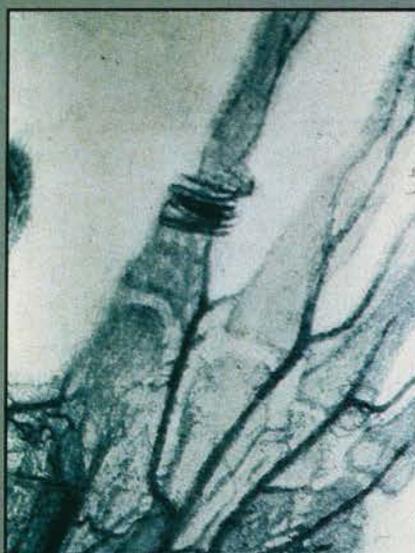


Figura 3. A primeira arteriografia, realizada em 1986 em mão amputada.

Outra notícia, em um jornal não identificado, alertava para a vulnerabilidade a que todos estavam sujeitos, após a descoberta dos raios X. Qualquer um armado com um tubo de vácuo, dizia o jornal, poderia ter uma visão completa do interior de uma residência. Outras notícias sugeriam aplicações fantásticas para os raios X, como a ressuscitação de pessoas eletrocutadas. Relatos aparentemente folclóricos dão conta de que uma sapataria de Nova York usava como



Figura 4. Radiografia, também de 1896, de mão atingida por um tiro, vendo-se diversas bolinhas de chumbo.

centímetros (alcance máximo dos raios catódicos no ar). O efeito da descarga elétrica desaparecia se a mão era colocada diante do feixe. Comentando esses resultados, Lenard escreveu: "Não se pode afirmar se estamos observando uma ação dos raios catódicos sobre a superfície da janela de alumínio, ou sobre o ar, ou finalmente sobre o disco carregado. Todavia, a última ação é bastante improvável a grandes distâncias da janela."

- Os raios eram defletidos continuamente por um campo magnético, mas



Figura 6. Tubo de raios catódicos de Lenard, construído em vidro, vendo-se os eletrodos negativo (A) e positivo (B) e a 'janela' de alumínio (C).

alguns raios eram defletidos mais do que outros, e alguns não se defletiam.

Os dados registrados sobre essas experiências permitem concluir que os 'raios Lenard' constituíam-se de raios catódicos e raios X, mas ele acreditava que eram apenas raios catódicos. Se tivesse usado uma janela de alumínio

espessa o suficiente para que os elétrons (os raios catódicos) não pudessem atravessá-la, ele teria obtido um feixe de raios X. Lenard ficou, segundo o professor de física e historiador David L. Anderson, profundamente desapontado por ter deixado escapar essa descoberta, e jamais usava o nome de Roentgen quando se referia aos raios X.

Uma sexta-feira de mistérios

Na última década do século passado, as pesquisas sobre os raios catódicos eram o tema mais efervescente da ciência europeia. Parece natural, portanto, o desejo de Roentgen, então diretor do Instituto de Física da Universidade de Würzburg, na Alemanha, de repetir algumas das experiências divulgadas. Seus experimentos foram iniciados em 1894, mas quase toda a literatura histórica, misteriosamente, afirma que esses trabalhos começaram em 1895.

Os registros históricos sobre a descoberta apresentam controvérsias, mas uma coisa parece certa: Roentgen não trabalhou com os raios X mais do que três anos. Em menos de oito semanas, ele investigou e descobriu praticamente todas as propriedades fundamentais dos raios X, expressas em sua primeira comunicação, e nos dois anos seguintes escreveu outros dois trabalhos sobre o assunto. Em 1897, já estava de volta a suas pesquisas favoritas, abandonando um tema que deu a vários outros cientistas, além dele, o Prêmio Nobel de Física: Lenard ganhou em 1905, Thomson em 1906, o alemão Max von Laue em 1914, os britânicos William Henry Bragg (pai) e William Lawrence Bragg (filho) em 1915, o inglês Charles Barkla em 1917 e o sueco Manne Siegbahn em 1924.

apelo mercadológico o fato de que os sapatos sob encomenda eram testados com o auxílio dos raios X.

A curiosidade leiga em torno do fenômeno gerou pelo menos uma reação bem-humorada de Roentgen. Ele recebeu certa vez uma carta em que o remetente dizia ter uma bala encravada no peito e alegava não dispor de tempo para procurar o cientista pessoalmente. Solicitava então ao professor a remessa de "alguns raios Roentgen", com instruções sobre

como usá-los. A resposta de Roentgen, reproduzida em *Grandes físicos em pequenas anedotas*, de T. Romanovskis (em *Physik und Didaktik*, v. 1, 1979) foi a seguinte: "Prezado Senhor! Infelizmente, no momento não tenho raios X em estoque, e, além disso, a remessa desses raios é muito complicada. Eu proponho simplificar as coisas: remeta-me seu tórax!"

O caráter sensacionalista que o assunto estava despertando motivou o *New York Times* a comentar, a 15 de março de 1896: "Sempre que algo extraordinário é descoberto, uma multidão de escritores apodera-se do tema e, não conhecendo os princípios científicos envolvidos, faz conjecturas que não apenas ultrapassam o entendimento que se tem do fenômeno, como também em muitos casos transcendem os limites das possibilidades. Este tem sido o destino dos raios X de Roentgen." A curiosidade levou muita gente a correr sérios riscos de saúde, ao buscar novas aplicações para os raios X. A 29 de março de 1896, o jornal *St. Louis Globe-Democrat* fez o primeiro alerta público sobre o perigo desses raios para os olhos.



Figura 5. Propaganda do "maravilhoso raio novo que vê através da mão".

Vocação para a experiência

Wilhelm Konrad Röntgen – seu nome foi anglicizado para Wilhelm Conrad Roentgen – nasceu em Lennep, Alemanha, a 27 de março de 1845. Alguns traços de sua personalidade são semelhantes aos de Albert Einstein (1879-1955). Ambos tiveram uma vida estudantil complicada, para os padrões da época. Em 1862, Roentgen foi expulso da Escola Técnica de Utrecht, por se recusar a divulgar o nome de um colega que havia feito a caricatura de um professor. Como não tinha o curso secundário, não podia entrar na universidade. Assim, em 1863, ingressou na Escola Politécnica de Zurique, onde Einstein também estudaria décadas depois. Em 1866, obteve o título de engenheiro mecânico, mas sua vocação era a física experimental, que continuou estudando, até concluir sua tese de doutorado, na Universidade de Zurique, em 1869.

No ano seguinte, como assistente de seu orientador, August Kundt (1838-1894), Roentgen foi para a Universidade de Würzburg. Em 1872, ainda como assistente de Kundt, transferiu-se para a Universidade de Estrasburgo, na França. Tornou-se *privatdozent* (título que lhe permitia dar aulas na universidade, mas sem salário) em 1874. No ano seguinte foi nomeado professor de matemática e física da inexpressiva Academia de Agricultura de Hohenheim (Alemanha). Em 1876, voltou a Estrasburgo, como professor de física teórica. Três anos depois tornou-se diretor do Instituto de Física de Giessen, e em 1888 passou a ocupar a cadeira de física em Würzburg, onde seria reitor, seis anos depois (figura 7). Em 1898, declinou do convite para a cadeira de física da Universidade de Leipzig, e em 1900 deixou Würzburg para ser professor de física experimental e diretor do Instituto de Física de Munique, onde permaneceu até sua morte, em 10 de fevereiro de 1923.



Figura 7. Roentgen, na época em que foi eleito reitor da Universidade de Würzburg.

Embora os raios X tenham lhe dado o Prêmio Nobel, Roentgen jamais voltou a trabalhar no assunto. Esse é um grande mistério, e guarda uma ironia, já que as propriedades físicas dos cristais eram seu tema predileto, e ele não foi capaz de usar os raios X para estudar a estrutura cristalina, pesquisa que abriu o caminho da fama a outros cientistas.

Em carta enviada em fevereiro de 1896 a um amigo, o físico Ludwig Zehnder, de Freiburg, Roentgen diz que, durante os experimentos, não falou a ninguém sobre o assunto, exceto à sua esposa. Assim, o parágrafo inicial deste artigo, usado aqui apenas para dramatizar a descoberta, pode ser falso. A própria história do relato original de George I. Manes – publicado por Bradley Soule Jr.,

da Faculdade de Medicina da Universidade de Vermont, que o recebeu das mãos de Peter Rolf Manes, neto do autor – envolve alguma dramaticidade.

George Manes conta que era estudante de medicina na Universidade de Würzburg quando, em um dia de maio de 1896, ele e alguns colegas estavam numa cafeteria e alguém leu, no jornal *Frankfurter Zeitung*, a seguinte notícia: “O fi-

sico da Universidade de Würzburg, Wilhelm Konrad Roentgen, descobriu um novo tipo de raio, que penetra todos os materiais, com exceção de ossos, metais e materiais similares. Ele também afeta uma placa fotográfica. Não tendo ainda certeza sobre a natureza desses raios, ele os denominou raios X.”

Na seqüência do manuscrito, Manes informa que ele e seus amigos foram ao Instituto de Física, onde assistiram a uma aula de Roentgen, e descreve o cientista como um homem alto, robusto, simpático, de cabelo castanho-escuro ondulado e longa barba, e extremamente tímido. A estrondosa aclamação dos estudantes, segundo Manes, teria deixado Roentgen completamente encabulado. O cientista teria dito nessa aula: “Eu ainda não posso dizer nada sobre particularidades desses novos raios. Eu não concluí minhas investigações.” As duas primeiras comunicações de Roentgen, anteriores a maio de 1896, e relatos de outras fontes fazem com que tal declaração pareça inverossímil. Também a história contada na abertura deste texto, atribuída por Manes a Wolfgang Brendler, que teria sido assistente de Roentgen, revela-se imprecisa. Brendler teria relatado a Manes que, no dia seguinte ao da descoberta (9 de novembro, um sábado), foi informado desta pelo próprio Roentgen, o que contradiz a carta do físico a Zehnder.

Não se sabe se o relato de Manes é verdade ou folclore. O que se sabe é que, no dia 28 de dezembro de 1895, Roentgen encaminhou ao presidente da Sociedade de Física e Medicina de Würzburg um manuscrito intitulado ‘Sobre um novo tipo de raios’, que ele considerou então uma “comunicação preliminar”. Pela profundidade e concisão com que os resultados de suas experiências são apresentados, não surpreende que este tenha sido o mais importante dos três trabalhos publicados por Roentgen sobre os raios X. A segunda comunicação foi enviada a 9 de março de 1896.

Em artigo sobre a descoberta dos raios X publicado em 1945 no *American Journal of Physics*, o historiador E. C. Watson transcreveu as duas comunicações – os originais em alemão e a tradução para o inglês. A terceira comunicação, segundo outro historiador, G. E. Jauncey, em artigo no mesmo *American Journal of Physics*, é datada de 10 de março de 1897. Na edição de 23 de janeiro de 1896, a revista *Nature* publicou uma versão inglesa da primeira comunicação, imediatamente reproduzida em *Science*, *Scientific American Supplement* e *Journal of the Franklin Institute*, e na revista popular *Review of Reviews* (semelhante à *Reader's Digest*). A informação chegou inclusive ao Brasil, onde a primeira radiografia foi realizada ainda em 1896 (ver 'Os pioneiros no Brasil'). A revista alemã *Annalen der Physik*, na edição de primeiro de janeiro de 1898, reproduziu os três artigos de Roentgen.

Cópias do primeiro trabalho, com a radiografia de uma mão, foram enviadas, entre o final de dezembro de 1895 e o início de janeiro do ano seguinte, aos principais cientistas da Europa, que assim tomaram conhecimento da grande descoberta, já que os anais da Sociedade de Física e Medicina de Würzburg tinham circulação bastante limitada. Roentgen recebeu inúmeros convites para conferências, mas parece ter declinado de todas, exceto da que apresentou na Sociedade em 23 de janeiro de 1896, quando obteve enorme sucesso, apesar da sua reconhecida timidez. Durante essa conferência, ele tirou várias radiografias, inclusive a da mão do grande anatomista da Universidade de Würzburg, Albert von Kölliker, que ficou famosa (figura 8). A cada radiografia que Roentgen fazia, a audiência reagia com estrondoso aplauso, segundo relatos da época.

Os fatos, sem os antecedentes

As duas primeiras comunicações de Roentgen, que ele considerava uma peça

única, são belos exemplos de objetividade, concisão e profundidade. A quantidade de dados obtida em tão pouco tempo impressiona, mas não há ali qualquer detalhe sobre os métodos de sua investigação ou sobre a montagem do equipamento. Roentgen revela ter usado uma grande "bobina de Ruhmkorff", mas não especifica sequer que tipo de tubo de vácuo empregou (ver 'Os laboratórios da época').

Os resultados das experiências são apresentados em 21 tópicos, muitos contendo apenas um parágrafo, nos quais são discutidas praticamente todas as propriedades fundamentais dos raios X. A primeira delas, segundo a ordem em que aparecem nas comunicações, é a de que esses raios podem ser detectados através de cintilações numa tela fosforescente, ou de impressões numa chapa fotográfica. Em seguida, Roentgen afirma que, diferentemente dos raios catódicos, os raios X podem ser observados mesmo quando a tela é colocada a aproximadamente dois metros do tubo de vácuo (os raios catódicos não ultrapassam mais do que oito centímetros no ar).

O cientista mostra ter testado a trans-

parência de uma enorme quantidade de materiais e verificado que esta depende da densidade e da espessura do material: quanto mais denso e mais espesso, menos transparente. Depois, suas investigações apontam para os efeitos de refração e reflexão. Roentgen não observa nenhum dos efeitos, mas fica em dúvida quanto à reflexão. Nem com a ajuda de um campo magnético ele consegue defletir os raios X, determinando uma das diferenças fundamentais, do ponto de vista experimental, entre aqueles e os raios catódicos, facilmente defletidos por um campo magnético.

No tópico 12 de sua lista, trata de uma questão fundamental, ao concluir que os raios X são produzidos pelos raios catódicos na parede de vidro do tubo de vácuo. Na seqüência, informa ter observado raios X produzidos pelo choque de raios catódicos em uma chapa de alumínio, e promete testar outros materiais. Um ano depois, em 17 de dezembro de 1896, o físico inglês Sir George Stokes demonstraria que os raios X são produzidos pela desaceleração de partículas carregadas, fenômeno que ocorre quando, por exemplo, elétrons com alta

Pioneiros no Brasil

No Brasil, já em 1896, um ano após a descoberta dos raios X, Silva Ramos, professor da Escola Politécnica da futura Universidade de São Paulo, conseguia radiografar uma caixa de madeira com duas chaves metálicas em seu interior. Esta deve ter sido a primeira radiografia obtida no país. O primeiro serviço clínico de radiologia brasileiro foi, provavelmente, o instalado por volta de 1913 no Hospital Santa Catarina, em São Paulo, com um aparelho adquirido por um médico-cirurgião. Segundo Rafael Penteado de Barros, primeiro professor de radiologia na cátedra de física biológica e aplicada da Escola de Medicina e Cirurgia de São Paulo (futura Faculdade de Medicina da USP), o serviço do Hospital Santa Catarina acabou não se desenvolvendo. Em 1916, Rafael de Barros estruturou o serviço de radiologia na Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, ligada na época à Escola de Medicina e Cirurgia de São Paulo. O serviço, transformado no Instituto de Radiologia da Faculdade de Medicina da USP, é hoje o principal centro de treinamento e assistência radiológica do país.

Álvaro Magalhães

Instituto de Radiologia,

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.



Figura 8. Radiografia da mão do professor Kölliker, realizada em 23 de janeiro de 1896.

Os laboratórios da época

Os raios X pertencem ao espectro eletromagnético, assim como a luz visível, as ondas de rádio, o ultravioleta, o infravermelho e as radiações gama. O que diferencia todas essas radiações é o comprimento de onda. Para se ter uma idéia, o comprimento de onda da luz visível é 1.000 vezes maior do que o dos raios X.

Em suas publicações, Roentgen não especifica que tipo de equipamento usou em suas experiências, mas não é difícil imaginar os possíveis componentes do seu laboratório (figura 9): uma bateria de corrente contínua, uma bobina de indução, um tubo de vácuo e uma bomba

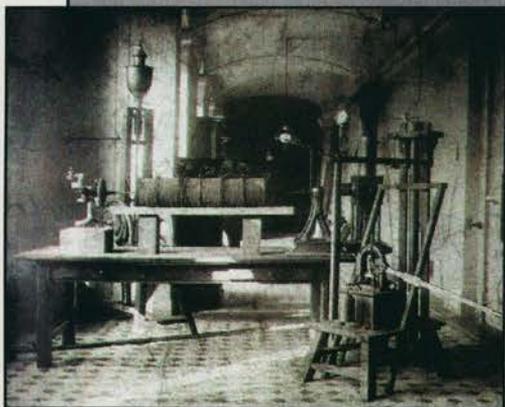


Figura 9. O laboratório de Roentgen em Würzburg.

energia penetram num material pesado – ou, na linguagem da época, quando os raios catódicos penetram em materiais densos como o vidro ou um metal.

No tópico 17, que encerra a primeira comunicação, Roentgen discute a natureza dos raios X e descarta sua identidade com os raios catódicos. Ele sugere que poderiam ser algo como a luz ultravioleta, por causa dos efeitos fluorescentes e da impressão de chapas fotográficas, mas comparando outras propriedades conclui que não seriam da mesma natureza da luz ultravioleta usual. No final do tópico, diz acreditar que os

de vácuo. Modificados por fantásticos desenvolvimentos tecnológicos e com nomes diferentes, esses componentes permanecem em uso na moderna pesquisa científica. Na época de Roentgen, eram conhecidos pelos nomes de seus inventores. Assim, as principais baterias eram as de Volta (criada em 1800) e as de Bunsen (1843).

Quanto ao uso do vácuo, a primeira experiência conhecida foi realizada pelo italiano Gasparo Berti, por volta de 1640. A partir daí, passando pelo barômetro de Torricelli (1644) e pela primeira bomba de vácuo, construída em 1650 por Guericke, surgiram as várias bombas disponíveis no final do século passado, destacando-se a bomba de pistão-duplo de Hauksbee (1709), as bombas de mercúrio de Geissler (1855), de Toepler (1862) e de Sprengel (1873), e a bomba de óleo de Fluess (1892). Na carta enviada a Zehnder, Roentgen informa que usou uma bomba Raps, não descrita na literatura científica.

A bomba de vácuo de Geissler (figura 10) utiliza um reservatório de mercúrio (R), elevado ou abaixado mecanicamente. O processo de evacuação do tubo (A) começa com uma válvula (V_1) aberta e outra (V_2) fechada. Levantando-se o

raios X poderiam ser vibrações longitudinais no éter, adotando a hipótese que os alemães (Goldstein, Hertz, Lenard e outros) usavam na época para explicar os raios catódicos.

No início da segunda comunicação (que numerou como tópico 18), Roentgen examina o efeito dos raios X sobre corpos eletrizados, referindo-se a resultados publicados por Lenard. De imediato, afirma que os efeitos atribuídos por Lenard aos raios catódicos eram, de fato, causados pelos raios X produzidos na janela de alumínio do seu tubo de vácuo. Nos tópicos finais (19, 20 e 21),

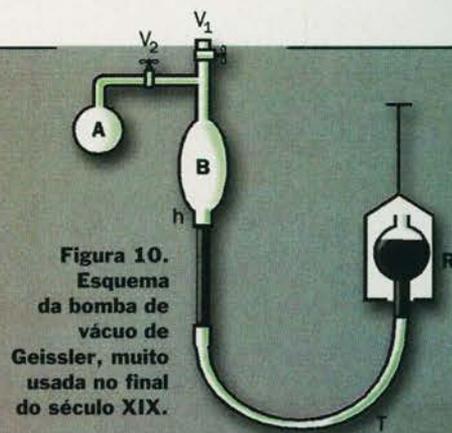


Figura 10. Esquema da bomba de vácuo de Geissler, muito usada no final do século XIX.

reservatório até que o mercúrio no tubo (B) atinja V_1 , retira-se o ar desse tubo. Fechando-se V_1 e abaixando-se o reservatório até que o mercúrio retorne ao nível h, cria-se um vácuo em B. Abrindo-se V_2 , o ar contido em A expande-se para ocupar também B. Repetindo-se várias vezes o processo, o que exigia vários dias, o ar em A torna-se cada vez mais rarefeito, até que se obtém o vácuo.

A construção de tubos de vácuo para observação de descargas elétricas teve início com William Morgan, em torno de 1785, e ganhou consistência experimental com Faraday, 50 anos depois. Mas só com o aumento da eficácia das bombas de vácuo, após 1850, ampliaram-se as pesquisas sobre descargas elétricas em gases rarefeitos. Os tubos eram conhe-

trata apenas de questões práticas, como a operação da bobina de indução, a manutenção do vácuo e a diferença, entre o alumínio e a platina, quanto à intensidade do feixe produzido.

O que mais, além do acaso?

Para ver a descoberta como resultado de um planejado trabalho científico, e não como algo fortuito, seria necessário conhecer todos os passos experimentais que levaram Roentgen aos raios X, até hoje de inegável importância na medicina (ver 'O ponto de vista médico'), na tec-

nologia e na pesquisa científica (ver 'A arte radiografada', em *Ciência Hoje* nº 90, 1993). Infelizmente, ele não deixou qualquer esclarecimento sobre seus métodos de pesquisa. Pior do que isso: destruiu vários dos seus manuscritos e expressou em testamento o desejo de que qualquer manuscrito encontrado após sua morte fosse destruído antes de ser lido. Seus relatos conhecidos descrevem objetivamente os resultados obtidos, sem grandes conjecturas teóricas. A tentativa de montar um esquema racional plausível para a descoberta depende, portanto, dos fatos conhecidos.

Esse esquema poderia começar em 4 de maio de 1894, quando Roentgen escreveu uma carta a Lenard solicitando a indicação de um fornecedor das janelas de alumínio. Dias depois recebeu de presente duas janelas do próprio estoque de Lenard. Segundo o historiador Alfred Romer, Roentgen comprou o primeiro tubo de Lenard – como o tubo com a janela ficou conhecido – colocado no mercado. Em 21 de junho do mesmo ano, escreveu a Zehnder informando com entusiasmo ter observado os 'raios Lenard' no ar e no hidrogênio. Seguiu-se um ano de completo silêncio. Roentgen

cidos pelos nomes dos pesquisadores que os projetavam, destacando-se os de Geissler, Pluecker, Hittorf, Crookes e Lenard.

Parece certo que o primeiro tubo de vácuo usado por Roentgen foi um tubo de Lenard, mas, aparentemente, ele comprou outros tubos de raios catódicos convencionais. Todos eram construídos em vidro, com dois eletrodos em seu interior. A diferença entre eles está na janela de alumínio do tubo de Lenard, projetada para permitir o estudo dos raios catódicos no seu exterior. Com o uso cada vez maior dos raios X, outros tubos passaram a ser construídos. Até 1913, o mais usado era o tubo de focalização, mas logo depois o tubo de



Figura 11. Tubo de vácuo de Coolidge, semelhante aos utilizados até hoje em aparelhos medicinais de raios X.

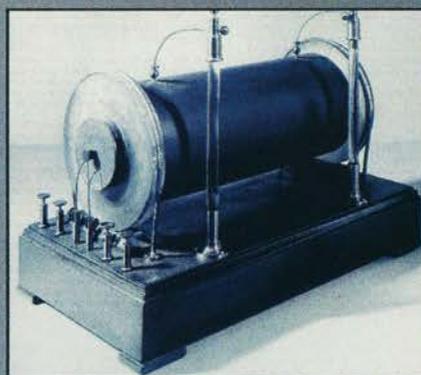


Figura 12. Bobina de Ruhmkorff, usada por Roentgen em suas experiências.

Coolidge (figura 11), ainda usado hoje, passou a ter larga aceitação.

A bobina de Ruhmkorff (figura 12) funciona como um transformador de corrente e pode produzir altas voltagens. Contém duas bobinas, isoladas uma da outra, enroladas em torno de um núcleo de ferro: a interna (primária), feita com fio curto (de 30 a 50 metros), e a externa (secundária), feita com fio muito longo (centenas de quilômetros). Para acionar o equipamento usa-se uma bateria de corrente contínua (como a de Volta), que fornece uma certa voltagem à bobina primária. Quando a corrente é subitamente interrompida, uma voltagem maior

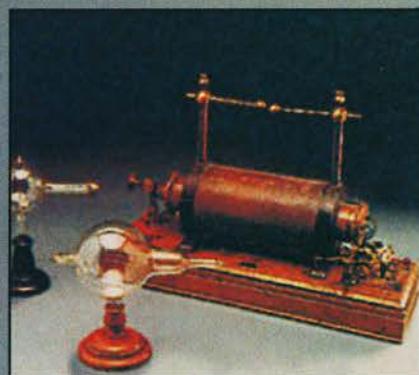


Figura 13. Bobina de Ruhmkorff e tubos de vácuo utilizados por Roentgen.

– proporcional à razão dos comprimentos dos fios – é induzida na bobina secundária. As bobinas existentes na época de Roentgen produziam tensões de milhares de volts.

Pode-se, portanto, imaginar o procedimento adotado por Roentgen: os terminais da bobina de Ruhmkorff eram ligados aos eletrodos do tubo de vácuo (figura 13), o uso de um interruptor (do tipo telégrafo) gerava alta voltagem entre os terminais e o choque do feixe de raios catódicos (elétrons) com o anodo (eletrodo positivo) produzia os raios X. Na essência, o processo utilizado hoje é o mesmo.

O ponto de vista médico

A surpresa provocada pelas primeiras radiografias realizadas por Roentgen, há 100 anos, marcou o início da história da radiologia, ramo da medicina que trabalha com os raios X, entre outras técnicas de exame do interior do corpo. Durante praticamente sete décadas, após a descoberta, os radiologistas usaram apenas a radiografia simples, em alguns casos expondo os pacientes a altos riscos, por excesso de radiação. A partir dos anos 70, os métodos evoluíram, com base na técnica de injetar substâncias de contraste em áreas específicas do corpo, com o auxílio de sondas, permitindo imagens mais nítidas, importantes na identificação de lesões em órgãos internos. Hoje, a medicina dispõe também de outros métodos de diagnóstico por imagens, inspirados nos raios X, mas em alguns casos baseados em outros fenômenos físicos, como o som e o magnetismo.

Entre os métodos que ainda empregam os raios X, a tomografia computadorizada (figura 14) é atualmente um dos mais sofisticados. Nele, um feixe de raios X em forma de leque atravessa uma

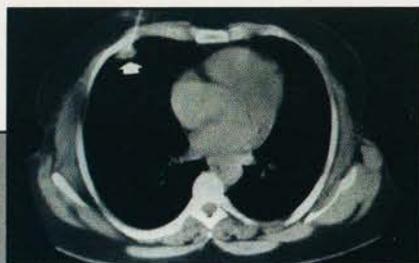


Figura 14. Tomografia computadorizada de corte transversal do tórax de paciente (deitado de costas). O coração está no centro, e a seta mostra um tumor no pulmão direito.

'fatia' do corpo do paciente e é recebido por detectores ligados a um computador, que determina um tom de cinza para cada grau de 'transparência' da região atravessada pelos raios. O feixe é usado para realizar inúmeros 'cortes' em sequência, com base nos quais o computador produz apenas uma imagem, de alta qualidade, da área investigada, permitindo uma avaliação simultânea de tecidos moles e tecidos ósseos.

As técnicas de contraste também se desenvolveram. Hoje, em alguns casos, até substâncias radioativas são empregadas nesses exames. Tais substâncias deixam rastros de radioatividade, em seu trajeto no organismo, que podem ser registrados por detectores de radiação e interpretados (figura 15). Utilizados para

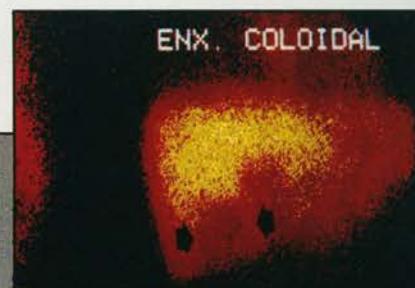


Figura 15. Imagem de fígado obtida com contraste radioativo. A substância injetada no paciente não alcançou a área entre as setas, sugerindo a presença de tumor.

complementar outros exames, os métodos da medicina nuclear têm a vantagem de fornecer informações não apenas sobre as condições momentâneas de órgãos como pulmões, cérebro, rins, coração e outros, mas também sobre o seu funcionamento. Outras duas técnicas promissoras, ainda em desenvolvimento mas já empregadas em pesquisas, envolvem o rastreamento seletivo de partículas subatômicas emitidas por substâncias injetadas no organismo: a tomografia por emissão de um único fóton (SPECT) e a tomografia por emissão de pósitron (PET). Essas técnicas vêm sendo empregadas no mapeamento anatômico das funções cerebrais, na determinação dos locais de doenças como esclerose múltipla e doença de Alzheimer, e em outras

não publicou nada sobre os raios catódicos e não fez referência a experiências em cartas desse período conhecidas. Romer não mencionou o fato, mas sabe-se que o motivo dessa lacuna é a eleição de Roentgen para a reitoria da Universidade de Würzburg no ano acadêmico 1894-1895 (de setembro de 1894 a agosto de 1895).

Essa dedução é indiretamente confirmada na única entrevista concedida por Roentgen, em janeiro de 1896, na qual afirmou: "*Há bastante tempo venho me interessando pelo problema dos raios catódicos em tubos de vácuo, como estudado por Hertz e Lenard. Tenho acompanhado seus trabalhos e de outros pesquisadores com grande interesse, e decidi que tão logo tivesse tempo faria algumas*

experiências. Esse tempo eu consegui no final de outubro. Trabalhei durante alguns dias, quando descobri algo novo." A declaração não explicita a razão de sua falta de tempo, mas a ocupação do cargo de reitor encaixa-se com o que disse. Curiosamente, porém, trabalhos importantes, exceto os de Anderson, do físico Walter R. Fuchs e de J. Lemmerich, não fazem referência à eleição de Roentgen para a reitoria.

Em setembro de 1895, Roentgen comprou do mesmo fabricante (Müller-Unkel) que lhe havia vendido um tubo de Lenard, o primeiro de uma série de tubos com 'vácuo absoluto'. Eram tubos de raios catódicos convencionais, sem a janela de alumínio usada no tubo de Lenard. Em outubro estava trabalhando

no assunto, mas não se sabe com que equipamento.

O início de sua primeira comunicação não esclarece a questão: "*Se a descarga de uma grande bobina de indução atravessar um tubo de vácuo de Hittorf, ou um tubo de Lenard, ou um tubo de Crookes, ou outro aparato similar suficientemente evacuado, o tubo sendo coberto com uma fina cartolina preta, (...) observa-se a cada descarga uma iluminação brilhante numa folha de papel coberta com platinocianeto de bário, colocada na vizinhança da bobina de indução.*" Esse relato suscita algumas dúvidas, jamais esclarecidas: Roentgen usou vários tipos de tubos de vácuo? Se Fuchs e Romer estão corretos, por que Roentgen substituiu o tubo de Lenard por um tubo

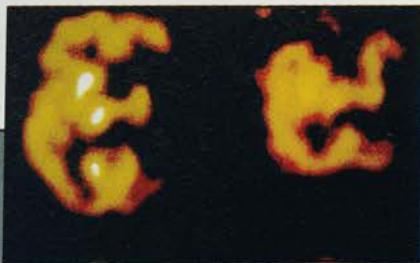


Figura 16. Imagem tomográfica por emissão de fótons (Spect) de 'fatia' transversal do cérebro. A substância injetada não chegou ao lado esquerdo, por causa da oclusão de uma artéria.

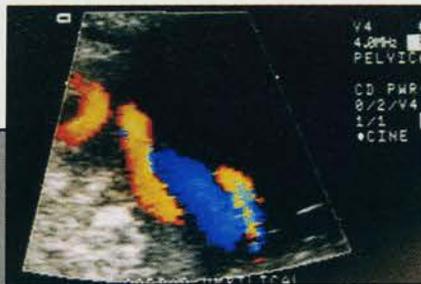


Figura 17. Ultra-sonografia com Doppler a cores de cordão umbilical normal em uma gestante, mostrando artérias (em amarelo) e veias (em azul).



Figura 18. Ressonância magnética do cérebro (visto de lado, paciente olhando para a esquerda). A seta mostra um cisticerco, larva do parasita conhecido como solitária.

síndromes neurológicas não-psiquiátricas (figura 16).

Os efeitos prejudiciais das radiações ionizantes levaram à busca de métodos alternativos de diagnóstico por imagens. A ultra-sonografia, baseada na reflexão de ondas sonoras de alta frequência geradas a partir de um cristal de quartzo, é um deles: um feixe de ultra-som, ao atravessar o corpo, é refletido pelos vários tecidos e essas diferentes reflexões são captadas pelo mesmo cristal e transformadas em impulsos elétricos, formando uma imagem em uma tela de televisão. O método permite observações em tempo real, como movimentos de órgãos como coração e intestinos, pulsações de vasos sanguíneos e atividade fetal. Nos últimos anos, a ultra-sonografia

passou a utilizar também o efeito Doppler (variação de frequência do ultra-som causada por um refletor em movimento), permitindo imagens mais completas. Em exames do fluxo sanguíneo, por exemplo, as hemácias (células que transportam oxigênio no sangue) atuam como refletores, e o efeito Doppler permite diferenciar se o fluxo vem na direção da fonte ou está se afastando (figura 17).

Outro método que não usa radiações ionizantes é a ressonância magnética, capaz de produzir imagens muito precisas do corpo humano (figura 18), particularmente importantes na avaliação do sistema nervoso central e do sistema músculo-esquelético. Nessa técnica, o paciente é submetido a um campo magnético e a sinais de rádio, que alteram o

comportamento dos prótons (partículas existentes em todos os átomos). Estes emitem um sinal, interpretado por computador e transformado em imagem (que representam 'fatias' do corpo). Entre as técnicas de imagem atuais, esta tem o maior potencial de desenvolvimento, permitindo, além de uma análise anatómica de órgãos ou estruturas, a obtenção de informações sobre o perfil bioquímico das partes estudadas (por isso, tem grande aplicação no campo das doenças neurológicas).

Adilson Prado

*Departamento de Radiologia,
Universidade Estadual de Campinas.*

convencional (Hittorf ou Crookes)? Por que envolveu o tubo com uma cartolina preta?

Na entrevista concedida a Dam, em janeiro de 1896, Roentgen afirmou que usava um tubo de Crookes no momento da descoberta. Um mês depois, na carta a Zehnder, revelou ter usado uma bobina de Ruhmkorff, um interruptor Deprez e uma corrente primária de cerca de 20 ampères. Disse ainda que produziu o vácuo com uma bomba Raps, ao longo de vários dias, e que obteve os melhores resultados quando os eletrodos ficavam afastados cerca de três centímetros. Mais uma vez, não especificou o tipo de tubo usado, voltando a dizer que o fenômeno podia ser observado em qualquer tipo de tubo de vácuo e até em lâmpadas

incandescentes.

Parece claro que Roentgen descobriu os raios X por acaso. De que outra forma algo tão inesperado poderia ser descoberto? Mas persiste a dúvida sobre o tipo de acidente e sobre o momento em que este ocorreu. É difícil imaginar que, já no primeiro arranjo experimental, Roentgen envolveu o tubo com a cartolina preta. O que ele esperava ver atravessando o material, se não raios X? Como conseguiu, em menos de dois meses, abordar uma enorme quantidade de aspectos fundamentais de um fenômeno até então desconhecido? E por que, se o momento 'verdadeiro' da descoberta não parece se limitar ao 8 de novembro, ele insistiu em que esta foi a data correta? Puro acidente ou não, a repercussão

da descoberta foi de tal ordem que, com muita justiça, o primeiro Prêmio Nobel de Física, em 1901, foi concedido a Roentgen.

Sugestões para leitura:

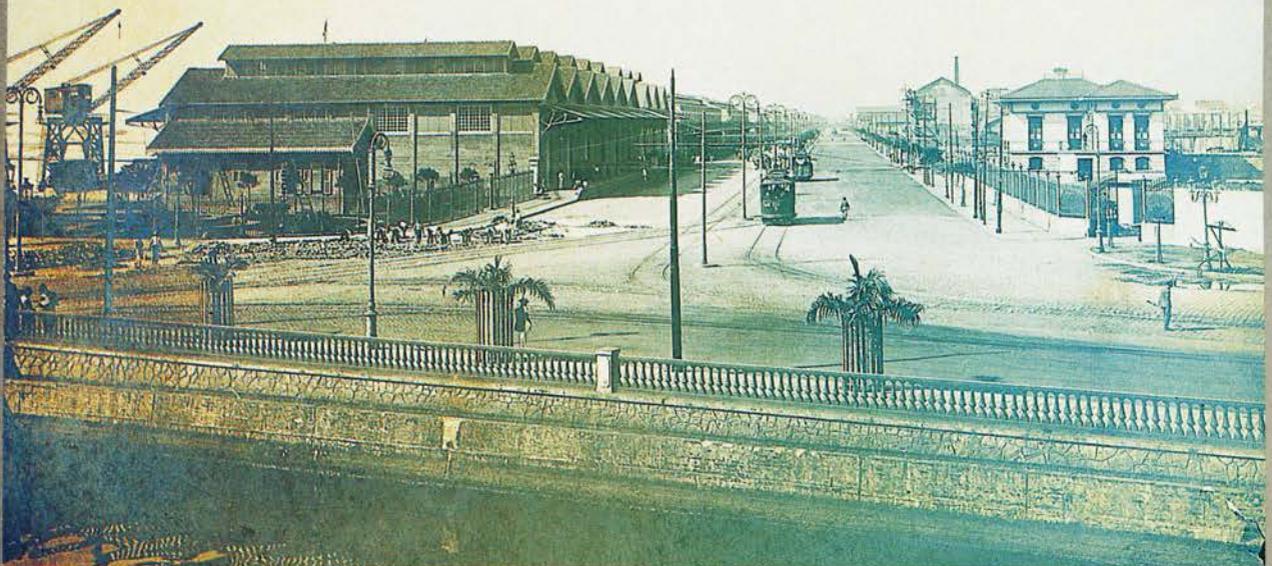
- ANDERSON, D.L. *The discovery of the electron*, D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, 1964 (p. 21-73).
- FUCHS, W.R. *Física moderna*, Editora Polígono, São Paulo, 1972 (p. 15-33).
- JAUNCEY, G.E.M. 'The birth and early infancy of X-rays', em *American Journal of Physics*, nº 13, 1945 (p. 362-379).
- LEMMERICH, J. *100 Jahre Röntgenstrahlen 1895-1995*, Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, 1995.
- ROMER, A. 'Accident and professor Röntgen', em *American Journal of Physics*, nº 27, 1959 (p. 275-277).
- SEGRÈ, E. *From X-rays to quarks*, W.H. Freeman and Company, Nova York, 1980 (p. 19-25).

O PORTO DO RIO DE JANEIRO EM 1930 E 1990:

D O I S C O N C E I T O S D E M O D E R N I D A D E

**Lérida Maria Lago Povoleri
e Clician do Couto**

*Departamento de Economia,
Universidade Federal Fluminense.*



“Pela exploração do mercado mundial, a burguesia dá caráter cosmopolita à produção e ao consumo de todos os países (...) No lugar das antigas necessidades, satisfeitas pelos produtos nacionais, nascem novas necessidades, que reclamam, para sua satisfação, produtos de regiões longínquas e climas diversos (...) Pelo rápido desenvolvimento dos meios de produção e dos meios de comunicação, a burguesia insere na torrente da civilização até as nações mais bárbaras. Em uma palavra, modela o mundo segundo a sua imagem.”

KARL MARX, MANIFESTO COMUNISTA DE 1848

Compreender o porto do Rio de Janeiro como espaço onde circulam mercadorias produzidas sob determinadas condições e onde se manifesta o grau de desenvolvimento das relações sociais em cada momento histórico do desenvolvimento do capitalismo, isto é, como espaço historicamente determinado do capital, é compreender a sua articulação entre econômico e o social, entre o poder e o mercado. É tentar encontrar, na sua singularidade, a reprodução dos interesses e conflitos de classe que se formam no processo de produção. No porto do Rio de Janeiro, a questão da modernização sempre esteve ligada às relações trabalhistas, à melhoria das instalações pela introdução de novas técnicas e a reformas administrativas que aumentassem a produtividade e reduzissem os custos. Assim, estudar os projetos para sua modernização significa buscar sua especificidade dentro de um processo maior, que atravessa a sociedade capitalista — nacional e mundial — como um todo.

FOTOS CIDOR/REPRODUÇÃO BERTO FELÍCIO



Os conceitos de modernização e modernidade assumiram formas e ideologias muito diferenciadas em dois momentos distintos na História do Brasil: os anos de 1930 e 1990. Na abertura da era Vargas, modernizar era sinônimo de estatizar. No período que se iniciou com o governo Collor, passou a ser sinônimo de privatizar.

Mas tanto em uma como em outra época, o termo expressa a necessidade de mudanças radicais. Assim, a modernização é apresentada como um critério necessário de desenvolvimento econômico; e a partir dessa perspectiva se torna uma norma legitimadora do processo político, como observa o pesquisador chileno Norbert Lerchner.

Modernidade e modernização são expressões próprias de sociedades nas quais a produção de bens tem como base a indústria. Essas sociedades caracterizam-se pela vigência das leis gerais que regem o capital. Nelas, o lucro é o princípio organizador da vida social e a mercadoria é sua unidade elementar.

A teoria do valor dos transportes considera o transporte como criador de valor e o espaço como integrante do processo de valorização do capital, isto é, reconhece o território como uma mercadoria que faz parte do processo de acumulação do capital. Por isso, o território está sujeito às leis de produção e circulação do capital. Como o processo deve ser homogêneo, as mudanças modernizadoras devem viabilizar um determinado modo de acumulação do capital social.

No final do século XIX e início do XX começou a ocorrer também no Brasil esse tipo de mudanças qualitativas. Nessa época, em que a divisão de classes era mais clara, a vida social passa a exigir maior destreza para acompanhar as transformações cada vez mais aceleradas. Com a institucionalização do processo de mudança social, as mudanças tornam-se apenas quantitativas, não só alcan-

çando o processo de trabalho, como se refletindo em suas formas de regulação.

As novas formas do processo de produção capitalista exigiam modernizações, tanto pelo lado da circulação (transporte e comunicação) como pelo lado das instituições (funções do Estado), através de reformas amplas, que solidificassem e acentuassem a divisão capital/trabalho.



FALÊNCIA DO ESTADO

No contraponto entre o plano “A nova política do Brasil”, de Getúlio, e o plano “Brasil Novo”, de Collor, a necessidade de reformulação estatal tem sua justificativa num ponto comum: os dois discursos constataam uma situação de falência do Estado e indicam, como razões da crise brasileira, uma herança de má conduta da coisa pública e o esgotamento de determinado padrão de acumulação interna de capital.

Em ambos os projetos de ‘reconstrução nacional’, o moderno, a modernidade e a modernização são tomados como valores definitivos e absolutos, constituindo um ideal a ser atingido pela sociedade brasileira. O governo passa a ser impessoal, representando a vontade popular mas situando-se acima de todos. Os dois discursos são imprecisos quanto à definição do ‘moderno’, mas bastante enfáticos na recusa ao ‘atraso’, ao ‘não-moderno’.

Getúlio afirma que “para determinar o rumo a seguir é mister o exame do ambiente geral de nossa atividade (...) e o cálculo dos obstáculos a transpor” (20/01/30). E, alguns anos mais tarde reitera: “Precisamos alterar a nossa tradicional política de país agrário, esforçando-nos por utilizar todas as fontes de riqueza disponíveis” (18/11/38). Collor é bastante explícito quando fala, por exemplo, que “o Brasil novo não vai mais fabricar ‘carroças’, não vai mais ter um Estado atuante na economia, não vai mais pertencer ao Terceiro Mundo” (16/03/90).

A existência de dois ‘Brasis’ era ponto



Figura 2. Vista do carregamento para o armazém 5, puxado sobre empilhadeiras, sistema que sobreviveu até 1960. A foto é de 1935.

tácito nos dois projetos: o Brasil de antes e depois da Revolução de 30, o Brasil de antes e depois de Collor. Na segunda etapa, o Brasil seria comparado a um gigante que “despertou da longa maldormida, distendeu os membros adormecidos, experimentou a rijeza dos músculos entorpecidos e, com desassombro, se pôs em marcha, afastando todos os obstáculos que se opunham ou retardavam o seu progresso” (Getúlio, em janeiro de 1931, durante banquete oferecido pelas Forças Armadas).

Entretanto, quando se trata de alterar o papel e as funções do Estado, as duas propostas apontam para direções opostas. Em 1930, era moderno o Estado que não se limitasse ao “constitucionalismo clássico que deu cunho ao século XIX (...) e derivou para o cerceamento das funções do Estado ao mínimo possível”, como, em 4 de janeiro de 1931, é definido por Getúlio.

Parafraçando o presidente dos EUA, Woodrow Wilson, que afirmava que “grande parte das transformações impostas ao conceito de Estado consiste em simples modificações de método e extensão do exercício das funções de governo que lhe são inerentes”, Getúlio afirma, em 4 de maio de 1931, que “na esfera administrativa, na época em que os fins sociais são predominantemente

econômicos, em que se organiza de maneira científica a produção e o pragmatismo industrial é elevado a limites extremos, [o poder do Estado] desdobra-se em política econômica, sanitária, de costumes, educativa, tudo envolvendo e controlando, e intervindo soberanamente na regulação do trabalho, na fiscalização das indústrias, nas relações de comércio”. E, mais tarde, em 7 de setembro de 1938, em pleno Estado Novo: “Já não basta assegurar a ordem e a continuidade administrativa: é preciso controlar as forças econômicas, corrigir as desigualdades de classe.”

Nos anos 90, Collor fundamenta a necessidade de mudança rumo ao moderno definindo um novo padrão de intervenção do Estado com o velho argumento do esgotamento do processo de desenvolvimento que vigorava no país há 50 anos, e que criou o corrupto sistema industrial-cartorial vigente. Somente o mercado poderia, com suas ‘fêreas leis’, expurgar esses males, libertando o Estado para suas funções sociais.

A idéia de desregulamentação passava pela modernização administrativa e pela desestatização. Em 1991, Collor afirma que cabe ao Estado “criar as condições macroeconômicas e prover, em trabalho conjugado com a iniciativa privada, a

infra-estrutura econômica, tecnológica e educacional, necessária à reestruturação competitiva das empresas”. E acrescenta: “O que se propõe é um Estado menor, mais ágil e bem informado, com alta capacidade de articulação e flexibilidade para ajustar suas políticas. A tarefa da modernização da economia terá na iniciativa privada seu principal motor.”

As razões das diferenças quanto ao papel do Estado se encontram nos dois momentos históricos de desenvolvimento do capital: em 30, a proposta de Getúlio era de “um plano geral e único” para o setor de transporte e comunicação, uma vez que a reconstrução nacional visava a construção do mercado interno, da nacionalidade e da integração territorial. O porto do Rio de Janeiro seria o *locus* de articulação da economia nacional com a economia mundial.

A ‘nova política’ de Getúlio Vargas ressaltava a importância do sistema de transporte e comunicação não só como instrumento para a circulação de riquezas, ligando os núcleos de produção aos núcleos de consumo em todo o país, com rapidez e baixo custo, mas também como “elemento civilizador e até mesmo de fraternidade nacional”, como “fator preponderante para a consolidação da nossa unidade, capaz de extinguir de vez quaisquer veleidades regionalistas”.

Foi com a intenção de alcançar esses objetivos que, em 3 de outubro de 1931, em manifesto à nação, ele aponta a necessidade de sistematizar os meios de transporte e comunicação através de “um plano metódico, refletido e completo, do qual resulte a cooperação do nosso sistema ferroviário e rodoviário, e da navegação fluvial e marítima”.

Naquela época, a diversidade de administrações portuárias, bem como as diferentes articulações entre os portos do litoral e os vários sistemas de transportes terrestres refletiam as discrepâncias do desenvolvimento comercial nas regiões, e não permitiam um tratamento tarifário homogêneo para todos os portos.

Seria impossível concentrar as atividades em alguns portos 'eficientes' ou melhorados, e relegar os demais. Assim, a proposta de unificar a direção das empresas (embrião da Portobrás) permitiu unificar as tarifas e os custos administrativos, de forma que os portos rentáveis suprissem as deficiências dos outros, não abalando o objetivo de fortalecer a unidade territorial.

Os objetivos principais eram superar as barreiras que isolam regiões, fazer com que o corpo econômico nacional evoluísse homogeneamente, expandir o mercado interno. Em 31 de dezembro de 1937, Getúlio enfatiza: "Reequipando portos, remodelando o material ferroviário e construindo novas linhas, abrindo rodovias e equipando a frota mercante, conseguiremos articular, em função desse objetivo, os meios de transporte e o escoadouro da produção." Pouco depois, em duas entrevistas, completava: "O desenvolvimento da produção e a circulação das riquezas estão na dependência direta do sistema de transporte e comunicação" (19/02 e 22/04/38).

GLOBALIZAÇÃO E COMPETITIVIDADE

Para Collor, na época da 'modernidade-mundo', a reconstrução nacional não tem mais o mercado interno como objetivo. Seu alvo é o mercado-mundo, globalizado, especializado e moderno. Assim, o porto passa a ter nova prioridade. Não se trata mais de substituir importações, mas de exportar. A integração, agora, é com uma nova ordem econômica globalizante, e é para isso que se busca a redução de custos e a competitividade. Essa é uma das razões para que o programa de Collor para o setor de transportes tenha dado ênfase à modernização dos portos, deixando para depois a discussão de todo o projeto setorial.

Nesse contexto de novos paradigmas tecnológicos e de gestão de produção, "a modificação na organização e

funcionamento dos portos é [colocada como] fundamental", diz em 1991 a então ministra da Fazenda Zélia Cardoso de Melo, em *O Globo*. Para enfrentar as transformações tecnológicas, gerenciais e comerciais, Collor advoga políticas industriais de comércio exterior, de reforma do Estado, de tecnologia etc., que incluem a desregulamentação do setor portuário, a abertura comercial, privatizações e estímulo às exportações, a serem amparadas por uma política de capacitação tecnológica.

De acordo com o Programa de Reconstrução Nacional, mais conhecido como Plano Collor II (PRN, 1994), as metas do projeto de reestruturação do Sistema Portuário Nacional (SPN) fundavam-se na racionalização do processo de trabalho via mecanização e uso de novas técnicas que, reduzindo os custos, aumentaria a eficiência, dentro da 'velha' orientação liberal que apontava para "a ampliação da competitividade e a atualização do processo de formação de preço", concedendo ao setor privado a



Figura 5. Final da obra do Pier Mauá, com a colocação do piso. A obra foi concluída, sem inauguração, em 1945.

Há 85 anos, a administração e exploração do porto do Rio de Janeiro é feita pela Companhia Docas do Rio de Janeiro. Segundo dados do IBGE, em 1992, a participação do estado no movimento nacional de mercadorias, via portos, foi de 18,9%, só superada pelo Estado do Espírito Santo, que responde por 23,2% do total.

A expansão do comércio internacional, a introdução de equipamentos modernos para o tratamento das cargas (*containers*, sistema *roll on roll off*), a racionalização das conexões entre os portos e as redes terrestres, o desenvolvimento de terminais especializados para transbordo específico, a exigência de águas profundas (maior calado do porto), decorrente da escala cada vez maior das embarcações, obrigaram a Companhia Docas do Rio de Janeiro e a administração pública a elaborar o Projeto de Revitalização dos Portos do Estado.

O Estado do Rio de Janeiro conta hoje com uma infraestrutura portuária diversificada (oito terminais entre Angra dos Reis e Cabo Frio) capaz de atender a quase totalidade das embarcações. Entretanto o desempenho do Porto do Rio, especializado em desembarque de granéis sólidos e com acesso às malhas rodoviárias mais importantes do Brasil, enfrenta alguns estrangulamentos.

Segundo o Diagnóstico da Cidade do Rio de Janeiro de maio de 1995, elaborado sob coordenação do economista Carlos Lessa, alguns pontos fracos têm de ser removidos, tais como: a interferência da vida urbana no cais da Gambôa, o mais importante do Rio e hoje em decadência; a dificuldade de acesso aos cais do Caju e de São Cristóvão, que são áreas propícias ao desenvolvimento das atividades portuárias, e a

precariedade do retroporto (área de movimentação de cargas) para o cais do Caju.

Entre as outras deficiências apontadas no Diagnóstico, e que valem para todo o complexo portuário do estado, destaca-se a dificuldade de entendimento entre as várias categorias profissionais e instâncias de decisão que interagem na operação portuária: sindicatos, armadores, proprietários de carga, município, estado e União. Na reunião do Conselho de Coordenação das Ações Federais no Rio, realizada em 27 de julho de 1995, o representante do governo estadual defendeu a estadualização dos portos como forma de "viabilizar a privatização do setor e a implantação da Lei dos Portos".

Uma das primeiras providências que o governo do Rio de Janeiro pretende adotar ao assumir a administração dos seus portos será reduzir drasticamente o número de funcionários da Companhia Docas, através de um programa de incentivo à demissão voluntária, dentro do projeto de gestão que será desenvolvido com a estadualização.

Na comemoração do 85º aniversário da Companhia Docas, durante o I Seminário Nacional de Revitalização de Áreas Portuárias, foram apresentados os objetivos do projeto, cuja meta é revitalizar, por meio de empreendimentos imobiliários, as áreas dos portos não utilizados para transporte marítimo, que são de propriedade da União. Através de concessão pela Companhia Docas do Rio de Janeiro, esses empreendimentos imobiliários poderão ser explorados durante 25 anos pela empresa, prevendo-se em 10 anos o retorno do capital investido, a taxas que variam entre 7 e 25%, conforme o ramo dos negócios instalados.

exploração do setor de transporte.

Em 25 de janeiro de 1991, o Executivo submete ao Congresso o Projeto de Lei nº 8 que trata, entre outras coisas, da reestruturação do SPN, propondo a descentralização das administrações, a livre concorrência entre portos, proprietários e arrendatários de terminais, o estímulo ao investimento privado para modernização e reaparelhamento, e a exclusão de pagamento ao Estado pelos serviços prestados.

A inovação mais significativa introduzida pela Lei nº 8.630 de 1993, versão final do Projeto nº 8, aprovada pelo Congresso Nacional, refere-se ao gerenciamento dos portos. A criação do Con-

selho de Autoridade Portuária (CAP) representou a descentralização administrativa. Governo, trabalhadores, operadores e usuários de cada porto elaborariam suas normas, adequando as instalações a suas realidades específicas. Isso demonstra que o Projeto de Lei nº 8, em nome da modernidade, afogava as formas particularizadas de inserção dos portos na realidade brasileira.

QUE É SER MODERNO?

A fluidez dos conceitos sobre o que é moderno deixa antever diferenças de conteúdo das relações sociais em 1930 e em 1990. No primeiro, uma política mo-

derna significava manter a integração do espaço territorial nacional, fortalecer o mercado interno, consolidar a nacionalidade, industrializar e melhorar as qualidades do potencial de riqueza nacional (incluindo a força de trabalho), exportar apenas o excedente e importar apenas o que se necessitava para prosperar. Em 1990, moderno era integrar a nação à nova ordem mundial, especializar e melhorar o processo industrial, importar aquilo que não era produzido com eficiência, participar sem barreiras do comércio internacional. Em resumo: inserir a economia brasileira na globalização.

Não se trata apenas de diferenças formais no uso do termo e suas variações:

O projeto apresentado no seminário consta de um "empreendimento imobiliário numa área de 55 mil metros quadrados, recuperação do Pier Mauá, construção de um prédio de 28 andares, um hotel cinco estrelas, *shopping center*, edifício-garagem, museus, teatros, marina e restaurante", como primeira etapa do projeto original que abrangerá uma área de 877 mil metros quadrados na zona portuária do Rio.

No caso do Porto do Rio de Janeiro os principais projetos, segundo o presidente da Docas, Mauro Campos, são a negociação da direção com a Volkswagen para ocupar o terminal do Caju e a revitalização do Pier Mauá, já em fase de licitação, com um único consórcio participante do projeto, a Emgepasa. Embora não saiba quando as obras serão iniciadas, o presidente da Docas diz que a companhia continuará administrando e operando o Porto do Rio. Para o governo do estado, a União deve se retirar da gestão das Docas de modo a favorecer a estadualização dos portos.

Entretanto, existem divergências entre a atual administração da Docas e o governo federal. O ministro dos Transportes, Odacir Klein, diz que a companhia deixará de operar os portos, ficando apenas com a administração, e afirma: "Não vejo possibilidade de retirar da União a responsabilidade de gerir os portos."

Hoje, entretanto, as atenções estão mais voltadas para o



Figura 9. Construção do Porto de Sepetiba.

resgate do sonho de uma década: construir em Sepetiba o maior porto da América Latina. Esse porto oferecerá, segundo seus defensores, vantagens para embarque e desembarque de cargas que não podem ser igualadas pelos portos concorrentes: profundidade (após a drenagem do canal), proximidade das três maiores cidades do país num raio de 500 km, fácil acesso rodoviário e ligação ferroviária já existente com Minas Gerais.

O Porto de Sepetiba terá um calado de 18,5 m que poderá ser aumentado. Ao contrário de outros portos do país, não fica estrangulado geograficamente pela cidade. Tem atrás de si 120 milhões de metros quadrados de área plana para instalação do retroporto e se localiza numa região que é passagem obrigatória para produtos que vêm de Minas Gerais e de Goiás em direção ao mercado externo, além de ficar perto dos maiores centros consumidores do país.

as diferenças são também de conteúdo. Numa primeira tentativa, podemos buscar as causas dessas diferenças no desenvolvimento das forças produtivas que, em 30, determinavam uma produção em massa que exigia também um consumo de massa (fordismo). A superprodução explicaria, assim, a crise geral. Para enfrentá-la, seria preciso mudar as funções do Estado, no sentido de regular a demanda e investir para atender as demandas da 'nova forma' de produzir.

Em 1990, na era da telemática, para responder à velocidade de integração das relações comerciais, já em escala mundial desde o início do processo produtivo, só um porto não basta: é ne-

cessário um teleporto. Espaço que concentra sofisticados recursos de telecomunicação, o teleporto busca integrar o crescimento do mercado mundial (via crescimento do movimento nos portos) com a velocidade das informações no mundo dos negócios nesse mercado globalizado. O mercado é global porque a produção já é global. E as funções do Estado devem passar por uma 'desregulamentação' para que as condições de integração se viabilizem rapidamente. É a produção 'enxuta' (ou *just in time*), que exige rapidez e especialização de cada nação a ela integrada.

Em uma palavra, como diz o historiador francês Jean Chesneau: o processo

de mundialização econômica fez implodir o mercado nacional. A relação central entre o Estado nacional e sua base territorial se desarticulou.

Sugestões para leitura:

- SOUZA, N. M. *Modernidade: os acertos de um consenso*. São Paulo, Unicamp, 1994.
- CHESNAUX, J. *Modernidade mundo*. Rio de Janeiro, Ed. Vozes, 1995.
- HARVEY, D. *Condição pós-moderno*. São Paulo, Ed. Loyola, 1993.
- LAMARÃO, S. T. *Dos trapiches ao porto*. Rio de Janeiro, Biblioteca Carioca, 1991.
- LECHNER, N. *A modernidade e a modernização são compatíveis? Desafio da democracia Latino-americana*. São Paulo, Revista Lua Nova nº 21, 1990.
- Síntese do diagnóstico sobre a Cidade do Rio de Janeiro*. Fundação Herbert Levi/Gazeta Mercantil, 1995.

Transmitir e produzir conhecimentos, contribuir para o desenvolvimento das ciências. Estas são as responsabilidades habituais da universidade brasileira. Entretanto, hoje, há uma outra tarefa urgente que ela pode desempenhar melhor do que qualquer instituição: a qualificação dos trabalhadores e a cooperação com suas entidades representativas. Esse encargo apresenta desdobramentos promissores, embora polêmicos, na medida em que pode significar um importante passo para a transformação social, em termos de democratização, redução das desigualdades e aperfeiçoamento das relações de trabalho e produção. Com um esforço conseqüente nessa direção, pode-se vislumbrar o crescimento da autonomia, da responsabilidade e da solidariedade, qualidades necessárias a qualquer projeto de emancipação e de aperfeiçoamento individual e coletivo.

UNIVERSIDADE E MUNDO DO TRABALHO: UM DESAFIO

ANTONIO DAVID CATTANI

*Programa de Pós-Graduação em Sociologia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.*

As universidades têm relações utilitárias com as empresas em vários níveis. O primeiro é a preparação seletiva de quadros dirigentes e executores, dentro de um modelo de reprodução do capital. Submetida à lógica do mercado, a universidade cumpre essa tarefa de maneira tão natural que dispensa a intervenção explícita dos empresários, proporcionando uma formação que integra os futuros profissionais ao sistema. A produção de conhecimentos, de novas técnicas e novos materiais também pode atender a interesses localizados, o que confirma a estratégia de apropriação de recursos públicos por grupos restritos.

Considerando apenas esses casos, a universidade poderia ser vista como um instrumento a serviço exclusivo dos setores dominantes, mas essa é uma posição equivocada. Por mais que se submeta às exigências da produção, ela não se limita a promover a dominação elitista nem a gerar conhecimentos utilitários para determinados setores. Ao contrário de outras instâncias de regulação institucional (empresas, forças armadas, aparelho estatal), a universidade vive a contradição do 'específico educativo': ao promover a investigação e, portanto, a dúvida. Desse modo, tem o potencial de fazer avançar o conhecimento e, assim, gerar novas percepções e novos valores.

MUNDO DO TRABALHO, MUNDO DOS TRABALHADORES

Em si mesmo, o atendimento aos interesses empresariais não é ilegítimo. Ques-

tionável é sua intensidade ou, mais precisamente, sua exclusividade. A necessária colaboração da universidade com o mundo do trabalho precisa ser incrementada além dos limites atuais, para incluir os interesses específicos dos trabalhadores.

Quando falamos de universidade, nos referimos às universidades públicas, federais ou estaduais. A expressão 'mundo do trabalho' se refere ao 'mundo dos trabalhadores', cuja identidade, representação e interesses se distinguem dos do setor empresarial privado ou estatal. Substituímos o genérico 'trabalhadores' por 'sindicatos', formas indispensáveis à ação coletiva. Os novos parceiros da relação com a universidade não devem ser os trabalhadores indiferenciados ou dispersos, mas os militantes e dirigentes envolvidos com as organizações representativas.

A proposta de cooperação exclui as questões relativas à alfabetização e à educação convencional. Embora essa seja uma questão estratégica, pré-requisito para iniciativas de promoção social, é um problema alheio à esfera de atuação da universidade, devendo ser resolvido pela rede formal ou por instituições alternativas. Assim também o ensino técnico e a formação profissional, nos moldes impostos até hoje pelas empresas.

Diversas modalidades de cooperação institucional entre universidade e mundo do trabalho, além de inúmeros trabalhos de pesquisa, existiram no passado ou se encontram em andamento. O que nos

interessa aqui é como essa cooperação pode passar para um nível superior, tornando-se prática social, política e acadêmica regular. Essas relações devem se concretizar no reforço da qualificação profissional, com vistas à ampliação da cidadania e da democracia participativa.

O PAPEL DA UNIVERSIDADE

Os problemas relacionados à capacitação dos trabalhadores são tão sérios e numerosos que justificam qualquer iniciativa para minorá-los. A subutilização de recursos humanos, traduzida em termos econômicos, representa perdas incalculáveis. Em termos humanos, significa perda de identidade e dignidade no trabalho, pobreza e exclusão da sociedade.

A economia brasileira baseou-se desde cedo na utilização predatória da força de trabalho. Os trabalhadores brasileiros, em geral desprovidos de um saber originário do artesanato ou dos ofícios, não possuem qualificações autônomas que lhes permitam resistir a essa estratégia.

No Brasil, não proliferaram as universidades populares e o ensino alternativo que em outros países elevaram significativamente o nível geral de escolaridade e de conscientização política. A experiência de formação cultural plena, tentada pelos anarquistas nas duas primeiras décadas do século, não deixou frutos duradouros.

Monopolizada pelas confederações patronais desde os anos 40, a formação não foi organizada de maneira a qualificar o conjunto dos trabalhadores. O Estado, por sua vez, só oferecia algumas poucas escolas técnicas, atendendo às necessidades mínimas de formação. Prevista na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), a formação do trabalhador pelos sindicatos não trouxe os resultados esperados. A tutela imposta pelo Estado fragilizou as entidades que apenas no período recente estão recuperando sua capacidade de iniciativa e investindo nos sistemas de formação alternativa.

Os resultados dessa situação se fa-

zem sentir hoje: baixos índices de produtividade, produtos de má qualidade, desperdício de materiais e insatisfação no trabalho. Nos últimos anos, as rápidas mudanças da economia mundial, caracterizadas pela globalização dos mercados e pela automação intensiva, agravaram o quadro, ao exigir novas qualificações e novos parâmetros de utilização da força de trabalho. As maiores transformações estão associadas ao desenvolvimento da biotecnologia, das telecomunicações, da informática e dos novos materiais.

Diante do que vem ocorrendo na década de 90, pode-se falar de mudança de paradigma macroestrutural, com alterações significativas nas relações profissionais. O trabalho, em particular, é afetado por movimentos ambivalentes e contraditórios. Por um lado, há uma supervalorização do 'capital humano', com o enriquecimento das tarefas e a adoção de formas mais participativas; por outro, o trabalho torna-se precário, pois as novas especializações que surgem são descartadas em seguida.

O impacto dessas mudanças ainda não foi totalmente avaliado, mas para que o processo possa reverter em justiça social e benefício coletivo, a participação nas decisões não pode ser monopólio de um grupo. E como os parceiros sociais não estão em pé de igualdade em termos de capacitação técnica e intelectual, justifica-se o engajamento da universidade nos programas de formação do trabalhador.

Apesar da escassez de recursos, a universidade dispõe do potencial mais adequado para enfrentar o desafio. Seu patrimônio acumulado de conhecimentos, sua capacidade de desenvolver pesquisas teóricas e abrir novas vias a colocam em primeiro plano no processo formativo democrático. Ela pode formar o espírito crítico sem favorecer apenas os conhecimentos utilitaristas. Pode mobilizar recursos pedagógicos para estimular a aquisição das qualificações in-

telectuais necessárias para enfrentar os desafios lançados pelo novo modelo produtivo. E, sobretudo, pode fazer com que essas contribuições não sejam efêmeras e atendam aos princípios de justiça, promovendo a igualdade de oportunidades.

A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

Experiências internacionais ajudam a esclarecer algumas dúvidas e a afastar preconceitos. A primeira delas ocorreu numa das mais prestigiosas universidades do mundo. Em 1873, graças à iniciativa do economista James Stuart, a Universidade de Cambridge abriu uma série de cursos destinados a operários e líderes sindicais. Em 1899, com apoio dos sindicatos, foi criado o Ruskin College, associado à Universidade de Oxford, como um instituto de altos estudos para trabalhadores. Até hoje, oferece uma educação equivalente à das melhores universidades inglesas.

Essas iniciativas pioneiras foram repetidas na maioria das universidades inglesas. O mesmo espírito de qualificação intelectual dos trabalhadores foi desenvolvido no início do século por Sidney Webb, teórico do sindicalismo e fundador da London School of Economics da Universidade de Londres. Para ele, só se chegaria ao progresso geral pela elevação intelectual dos 'produtores diretos'. Hoje, dezenas de departamentos especializados são responsáveis pela formação de milhares de dirigentes sindicais, através de cursos regulares, estágios e cursos de especialização.

Nos EUA, a cooperação institucional entre sindicatos e universidade proliferou desde o início do século nas principais universidades. A experiência mais completa é a da Universidade Rutgers, que desde 1931, quando foi criado o Instituto do Trabalho, desenvolve os mais completos programas de formação.

Na França, destaca-se a iniciativa da Universidade Paris-I, a tradicional Sorbonne, que desde os anos 30 vem for-

mando centenas de dirigentes sindicais por ano. O Institut des Sciences Sociales du Travail (ISST) mantém um excelente serviço de informação e documentação, favorecendo o intercâmbio e as pesquisas. Iniciativas semelhantes ocorrem em diversos países, como Japão, Suécia, Austrália, Canadá. A Organização Internacional do Trabalho (OIT) considera a formação de recursos humanos e a qualificação sindical elementos estratégicos para a justiça social, e tem procurado ampliar esse tipo de colaboração.

A legitimidade dessas iniciativas conjuntas é garantida por alguns princípios, sendo que o mais importante é o compromisso de rigor científico. Os diplomas do Ruskin College ou da Rutgers University têm pré-requisitos similares aos diplomas universitários. Os programas do IG-Metal (sindicato metalúrgico alemão) com a Ruhr-Universität passam pelo mesmo crivo que qualquer programa científico de alto nível. Também devem ser preservadas a independência sindical e a autonomia universitária. O trabalho interativo não deve levar à instrumentalização da pesquisa, à confusão de papéis. Igual cuidado deve ser

dispensado à interdisciplinaridade e ao pluralismo teórico e metodológico. Outro princípio fundamental é o do interesse coletivo, que serve para evitar iniciativas que atendam a grupos restritos, interesses localizados e, sobretudo, ligados à promoção pessoal de dirigentes.

FORMAS DE COOPERAÇÃO

As possibilidades de cooperação podem ser agrupadas em três blocos interligados: pesquisa, documentação e formação. No primeiro, os resultados da atividade natural da universidade, que é a produção de conhecimentos sociais e econômicos, podem ser imediatamente aproveitados. Muitas pesquisas já concluídas são de interesse para o trabalhador, mas por falta de comunicação permanecem inaproveitadas. Em relação ao segundo bloco, os sindicatos encontrarão na universidade não apenas bibliotecas e centros de documentação, mas sobretudo princípios e métodos para organizar seus próprios materiais. A formação é o componente mais complexo, pois extrapola a vocação e atuação tradicionais da universidade. A lógica da qualificação sindical não busca a ascen-

são pessoal, mas sim um aprendizado coletivo, que pretende promover de forma solidária a emancipação comum.

A autonomia dos trabalhadores passa pela ampliação do nível cultural, pela capacitação plena e pela ação política consciente. Não é um processo natural, pois depende da busca deliberada de conhecimentos. A formação do trabalhador sempre se submeteu à lógica taylorista do 'regime de postos', isto é, de qualificações estanques para o desempenho de funções segmentadas. A formação permanente que a universidade deve oferecer – e que não se confunde com a polivalência operacional exigida pelas empresas – é constitutiva de um outro saber, ativo, cumulativo, sempre aperfeiçoável, base da humanização verdadeira.

A universidade pública brasileira possui as condições necessárias para contribuir para que cultura, educação, formação não sejam privilégio de alguns poucos. Se sua missão sempre foi formar cidadãos conscientes, construtores do processo democrático, hoje seu grande desafio é fazê-lo de forma intensiva, junto com o movimento associativo dos trabalhadores.

ASSINE

CIÊNCIA HOJE

Envie seu pedido para C I Ê N C I A H O J E : Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27 • Botafogo • Rio de Janeiro • CEP 22290-140. Anexe cheque/vale postal no valor de R\$ 60,00 (por 11 números) ou autorize o débito no seu cartão pelo telefone (021) 295-4846 ou 270-0548 • Fax: (021) 541-5342.

Ciência na escola

Como a criança vê a evolução dos seres vivos

Por meio da Teoria Sintética da Evolução podemos compreender a origem da diversidade de seres vivos que habitam a Terra. Ela também nos dá uma explicação, através de conceitos como seleção natural, deriva genética e mutação, para a fantástica conformidade desses seres aos ambientes em que vivem.

Essa teoria fornece as respostas quando as crianças fazem perguntas do tipo: "como os dinossauros desapareceram?", "qual a origem do homem?", e assim por diante. Ou seja, perguntas relacionadas ao ensino formal que recebem na escola. Contudo, nossos alunos em geral conhecem a teoria evolutiva não só na 'versão escolar oficial', como também na forma de conceitos previamente adquiridos através dos mais variados meios: as interpretações do senso comum, as concepções religiosas, as notícias veiculadas pelas revistas, televisão e jornais, entre outros.

Esses conceitos prévios das crianças foram por muito tempo considerados erros conceituais trazidos para a sala de aula e que entravam em conflito com o conhecimento científico transmitido pela escola. Atualmente, entretanto, eles passaram a ser encarados não mais como erros, mas como interpretações diferentes desenvolvidas pelos alunos a partir de sua interação com o ambiente e com as suas várias fontes de informação.

Preocupados com os problemas enfrentados pelo professor na sala de aula, no momento de desenvolver o tema 'A evolução dos seres vivos', decidimos investigar as idéias dos alunos a respeito desse assunto. Escolhemos turmas da 5ª e 6ª séries do Primeiro Grau por dois motivos: primeiro, porque um de nós trabalha há muitos anos com esse assun-

to, nessa faixa etária, em escolas públicas e particulares no estado do Rio de Janeiro; segundo, porque na 5ª série os alunos ainda não travaram contato com esse tema, e na 6ª série são introduzidos a esse tema, como ensino formal na escola.

Trabalhamos inicialmente com dois universos diferenciados – a escola particular e a escola pública –, mas nossos resultados demonstraram não haver diferenças relevantes entre eles. Nos dois casos, as concepções relatadas pelos alunos são muito semelhantes. Portanto, optamos por não diferenciar esses universos no âmbito deste artigo.

Como ponto de partida para a pesquisa, elaboramos um questionário centrado na Teoria Sintética da Evolução, que foi aplicado a 243 alunos de 5ª e 6ª séries de duas escolas, conforme é discriminado na figura 1. O questionário, com questões de múltipla escolha e questões dissertativas, tem três partes. A primeira conduz o aluno ao tema, a segunda investiga as fontes nas quais obteve informações sobre o assunto e a terceira avalia sua capacidade de aplicar os conceitos relacionados à teoria.

Explicamos aos alunos que se tratava de uma pesquisa feita em uma universidade, com a intenção de melhorar o ensino no Primeiro Grau. Pedimos que

não se preocupassem com as respostas e que procurassem ser bem honestos, escrevendo aquilo que realmente pensavam sobre o que lhes era perguntado. Também lhes dissemos que era importante não deixar questões em branco, mesmo que precisassem de mais tempo. A aplicação do questionário durou uma hora e dez minutos, o que corresponde a dois tempos seguidos de aula. Listamos a seguir as questões e os resultados alcançados.

1. O que é a evolução para os alunos?

A grande maioria dos alunos, tanto da 5ª série como da 6ª série, admitiu a evolução. Poucos foram os que assinalaram que a evolução não ocorreu (6% na 5ª e 4% na 6ª série). Entre os que a admitiram, muitos a relacionam ao conceito de criação (60% na 5ª e 52% na 6ª série), outros a vêm de maneira determinista (23% na 5ª e 37% na 6ª série). Isso demonstra que a noção de contingência não tem muita relevância nas explicações dadas pelos alunos (figura 2).

Embora nas questões de múltipla escolha Deus apareça como explicação do processo evolutivo, é interessante notar que, nas questões dissertativas, quando eram solicitados a explicar como a evolução aconteceu, os mesmos alunos

Séries	5ª Série		6ª Série	
	A	B	A	B
Escolas				
Número de alunos	52	77	40	74
Meninos	25	31	16	41
Meninas	27	46	24	33
Média de idade	12,1	12,8	12,7	13,5
A - Escola particular B - Escola municipal				

Figura 1. Tabela com dados referentes ao número de alunos por série e escola que responderam o questionário.

excluía Deus de suas respostas.

Por exemplo, Michèle, da 6ª série, diz: “Evolução é a mudança que os seres sofrem com o passar do tempo”. Numa questão de múltipla escolha, ela assinalou uma frase que dizia: “Deus criou todos os seres vivos e a partir de então eles têm evoluído”. No entanto, não menciona Deus em nenhuma das respostas dissertativas, quando lhe era pedido para explicar alguns eventos evolutivos:

“Há milhões de anos, quando surgiu o mar, uma primeira vida deu origem a outra vida, e daí em diante foram se reproduzindo, foram surgindo espécies diferentes, e hoje existe [sic] vários tipos de seres.” E complementa na resposta seguinte: “A primeira vida surgiu no mar. Depois com o passar do tempo que surgiu [sic] esses diferentes seres vivos.”

Foram raros os alunos que, uma vez assinalando questões de múltipla escolha onde admitiam a ação de Deus, a mencionavam nas respostas dissertativas. Uma dessas exceções é Blanche, da 6ª série, que respondeu: “Evolução é uma coisa que foi evoluída por Deus, e ele soube fazê-la para que os seres se desenvolvam.” Nesta resposta, a aluna afirma duas coisas: primeiro, que Deus dirige a evolução; segundo, que ele promove o desenvolvimento dos seres.

Encontramos respostas em que os alunos deixam claro que não admitem a evolução. Doralice, da 6ª série, é categórica ao dizer: “Então Deus criou a maçã com um gosto e a laranja com outro gosto. Já pensou tudo com um gosto só? Por isso a variedade das frutas, cores, tamanhos.” Mais à frente, ela completa: “Nós (animais e vegetais) fomos criados juntos, ao mesmo tempo. Eu penso assim porque não acredito na evolução e sim na criação.”

Outra resposta interessante foi a da aluna Heidi, da 6ª série. Ela responde à questão “como você explica que existam no mundo tantos tipos diferentes de seres vivos?” da seguinte forma: “Não sei explicar por que existem tantos tipos

diferentes de seres vivos, porque a ciência diz uma coisa, o povo diz que é outra, e assim a minha cabeça foi ficando confusa, sem saber o que dizer.”

Em sua resposta para a pergunta: “Você acha que esses tipos de seres vivos sempre estiveram no mundo desde o seu começo?”, ela continua dizendo: “Eu acho que os seres começaram a aparecer quando surgiu [sic] os humanos. Os seres existem há muito tempo e até agora não houve nenhuma mudança.” Para esta aluna, a evolução seria a constante reprodução dos seres vivos, porque ela diz: “Evolução é o aparecimento contínuo de seres vivos.”

Para finalizar esses exemplos, uma resposta única entre todas. A aluna – Tânia, da 5ª série – revela em sua explicação, a possibilidade de o primeiro ser vivo aparecido na Terra ter vindo de outro planeta: “Não há explicação, para mim, de onde vieram os seres vivos; eu acho que na formação do mundo uma semente e um ovo vieram parar aqui.”

2. A evolução é alguma coisa que nunca ocorreu, aconteceu aos seres e já chegou a um fim ou ainda está acontecendo e não tem um tempo para acabar?

A idéia de que a evolução não terá, necessariamente, um fim prevaleceu na maioria das respostas (67% na 5ª e 80% na 6ª série). Fernanda, da 5ª série, respondeu o seguinte: “Ainda está acontecendo e não tem tempo para terminar. Porque como as coisas evoluíram da pré-história até agora, podem continuar e nunca terminar.”

Os alunos podem ver a evolução como um processo que acontece no dia-a-dia. Como exemplo, temos a resposta de Paulo Roberto, da 6ª série: “Ainda está acontecendo e não tem tempo para terminar (...) A evolução é contínua, todos os dias está acontecendo, vai existir evolução enquanto existirem seres vivos.”

Outro grupo considera a evolução como um aperfeiçoamento ou uma de-



Figura 2. O que é evolução para os alunos.

teriorização. Para Victor, 5ª série, o tempo da evolução se associa a um progresso. Ele diz: “Evoluir é progredir, melhorar, dar um passo para a frente”, enquanto Vanessa explica: “Aconteceu aos seres vivos e já chegou ao fim, porque a gente ao invés de evoluir estamos voltando [sic]. Não estamos melhorando nada.”

Para outros (15% da 5ª e 6% da 6ª série), a evolução já ocorreu e acabou, ou ainda ocorre mas acabará um dia. Diz, por exemplo, Gilmar, da 6ª série: “A evolução aconteceu aos seres vivos e já chegou a um fim. Porque eu acho que os seres não vão mais mudar a sua aparência.”

Temos, por fim, aqueles que consideram que a evolução não ocorreu (5% da 5ª e 5% da 6ª série). Esses resultados estão sumarizados na figura 3.

3. Por que os dinossauros desapareceram?

Os alunos apresentaram uma grande riqueza de respostas sobre a possível causa da extinção dos dinossauros. A resposta mais freqüente mencionava um meteoro, termo sob o qual englobamos explicações que falam de asteróides, meteoritos, chuva de meteoros, cometa, um diamante-gigante e até mesmo uma guerra. Como exemplo, a resposta de Flávia, 5ª série: “Acho, pelo que os outros

falam, que houve uma guerra. Um meteoro caiu sobre a Terra.”

Um dos fatos que nos chamou a atenção foi que alguns alunos colocam o homem como contemporâneo do dinossauro e, além disso, como responsável pelo desaparecimento dele. Daniel, da 5ª série, diz o seguinte: “O aparecimento dos homens: nós, para conseguirmos viver, começamos a atacar os dinossauros, provocando a sua total extinção.”

O fim dos dinossauros também aparece associado a grandes catástrofes que ocorrem em nosso planeta, como maremotos, terremotos, vulcões, furacões. Carolina, da 5ª série, explica: “Ouvi falar que houve uma erosão, erupção, terremoto, furacão, tudo ao mesmo tempo, que destruiu uma era.” Outros, como Jeane, 5ª série, imaginam que os dinossauros vieram de outro planeta: “Pelo que passou na televisão, os dinossauros sumiram com a explosão que houve no planeta deles, e no ano passado acharam ossos de um filho de dinossauro e levaram para o museu.”

Também nos chamaram a atenção certas respostas que mencionavam dinossauros para as perguntas “Como você explica a existência de tantos tipos diferentes de seres vivos?” e “Você acha

que esses seres sempre estiveram no mundo desde o começo?”. Alguns alunos, como Renata, da 5ª série, mostraram acreditar que os dinossauros se transformaram em galinhas ou outros animais atuais: “Alguns [dinossauros] morreram e os que conseguiram sobreviver evoluíram tanto que deram origem a outras espécies, como a galinha. Estamos convivendo com dinossauros e não sabemos.”

Outras respostas para a extinção dos dinossauros foram: falta de alimentos, modificações do meio; brigas entre eles; epidemias, doenças, pragas e vírus; “terminou o tempo deles para que nós pudéssemos viver”; explosão do big bang; “não se reproduziram mais”; morte e velhice; caíram em um buraco; falta de elasticidade genética, que impediu as mutações; seleção natural e separação dos continentes. Como se vê, há uma grande versatilidade nas respostas e muitas parecem bastante coerentes.

Como acreditamos que o ensino não deve servir apenas para ilustrar os alunos, mas sobretudo para proporcionar-lhes conhecimentos com aplicação prática, incluímos em nosso questionário um problema. A questão era a seguinte:

“Os maçaricos são aves que se alimentam de pequenos animais que vivem na areia das praias, como baratinhas-de-praia, pulgas-de-areia e outros insetos. Essas aves estão presentes nas três praias de que vamos falar. Uma espécie de pulga-de-areia apresenta dois tipos de coloração: branca e cinza. Nas praias de Cabo Frio, onde as areias são muito brancas, quase todas as pulgas-de-areia são brancas como a areia. Em Mangaratiba, onde a areia da praia é bem escura, a maioria das pulgas-de-areia também é escura, de cor cinza. Já em Macaé, onde a praia é bem amarela, encontramos pulgas-de-areia brancas e cinzas praticamente na mesma quantidade. Como você explica essas diferenças?”

Na figura 4, podemos ver que alguns alunos resolvem o problema utilizando conceitos da Teoria Sintética, com

respostas no nível compatível com sua faixa etária, outros que resolvem de formas arbitrárias e outros que não o resolvem. Os alunos da 5ª série dão respostas muito mais relacionadas à questão do ambiente (37%); os da 6ª série ligaram o problema a uma questão de defesa e, portanto, elegeram a camuflagem como principal causa das diferenças de cor entre as pulgas (47%), utilizando argumentos mais aparelhados do ponto de vista científico.

Os alunos manifestaram grande empenho e entusiasmo ao responderem as questões relacionadas à evolução. Isso ficou evidente nos comentários feitos durante a aplicação do questionário e na riqueza das respostas. Nossa impressão é que, não se tratando de uma avaliação formal, eles sentem um certo conforto e relaxamento em expor o que realmente pensam e sabem a respeito de determinado assunto.

A informalidade da avaliação não impede, entretanto, que alguns fatores se contraponham à naturalidade das respostas. Por exemplo, o desejo do aluno de agradar aos professores, no momento de desenvolver suas respostas, ficou evidente nas contradições encontradas em algumas explicações que ora negavam o processo evolutivo, ora ofereciam a versão ‘oficial’. Isso significa que um aluno pode apresentar para o mesmo problema uma versão ‘acadêmica’, para a escola, e outra para sua vida cotidiana.

Como era de esperar, os alunos da 6ª série mostram-se mais ‘equipados’ que os da 5ª, no que diz respeito às palavras-chave da biologia, embora as respostas tanto de uns como de outros possam ter o mesmo conteúdo. Por outro lado, parece que o ensino formal realizado na 6ª série sobre a evolução não tem dado aos alunos subsídios fundamentais para compreender e aplicar as idéias básicas da Teoria Sintética da Evolução, em vista do baixíssimo número dos que foram capazes de dar uma explicação correta



Figura 3. Tempo de duração da evolução para os alunos.

para o problema das praias.

Quando alunos dessa faixa etária tiveram de lidar com aquilo que aprenderam para resolver o problema proposto, percebemos mais uma diferença: os da 5ª dão explicações em geral associadas a mudanças provocadas pelo próprio meio: os seres mudam para ficar iguais ao meio ambiente. Na 6ª série, eles falam mais em defesa, adaptação ao meio, predação e reprodução. Entretanto, os alunos apresentam uma visão semelhante do processo evolutivo nas duas séries. Em geral, eles pensam que a evolução: **a)** é um processo de mudança e tem uma finalidade para a vida dos organismos; **b)** está associada a uma questão de melhoramento, de aperfeiçoamento; **c)** quando presente, é um processo longo e, para muitos, interminável.

Não temos dúvida que nossas considerações estão longe de ser conclusivas, mas esperamos que contribuam para que se perceba como as crianças entendem a evolução dos seres vivos. A discussão com os alunos deve ser uma prática constante, para que eles compreendam o que está sendo estudado.

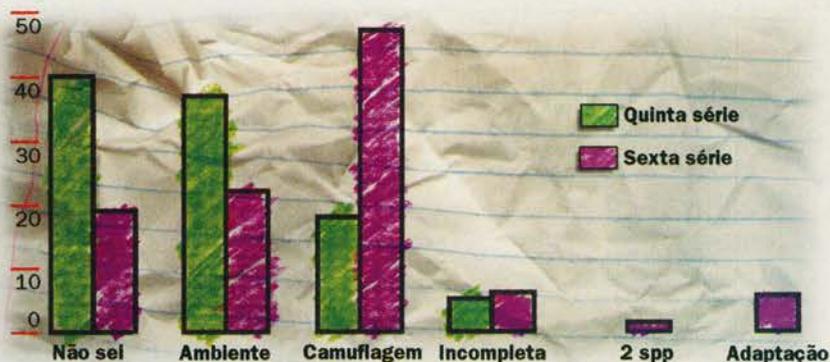


Figura 4. Respostas ao problema.

Para isso, o professor que começa a abordar determinado assunto deve estar aberto para ouvir seus alunos e investigar as concepções prévias que eles possuem sobre os problemas estudados. Só assim poderá saber quais as idéias que se confrontarão com as que pretende ensinar e que fazem parte do conhecimento científico aceito na atualidade.

A noção de erro é relativa: os alunos trazem as suas concepções prévias ou constroem concepções alternativas. Isso nos demonstra que o ensino é um desafio diferente daquele que muitos de nós, professores, vínhamos encarando. O

desafio está em identificar essas concepções e tentar proporcionar um ensino que permita ao aluno discutir os problemas, comparando as diversas visões, num circuito muito semelhante àquele a que o epistemólogo Thomas Kuhn se refere, no seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, em relação à comunidade científica. Isso não se fará de um dia para o outro, e nem num mesmo ano letivo. Mas o desafio está aí.

Maria Cristina do Amaral Moreira
 Instituto de Biologia,
 Universidade Federal Fluminense.

Aranhas venenosas no Brasil

Fatos e mitos sobre o perigo que esses animais oferecem à população

Os invertebrados constituem a grande maioria dos animais, tanto em espécies (95% das existentes no reino animal) quanto em indivíduos por espécie. São mais de um milhão de espécies descritas, entre as quais destacam-se (por sua quantidade, em torno de 800 mil) as classificadas no filo Arthropoda. Esse imenso grupo inclui as aranhas (que, com escorpiões e carrapatos, formam a

classe Arachnida), ao lado de insetos (classe Insecta), camarões, lagostas e caranguejos (classe Crustacea), centopéias (classe Chilopoda), piolhos-de-cobra (classe Diplopoda) e outros organismos menos conhecidos.

Todos os artrópodes têm, como características básicas, a presença de patas e de um revestimento duro e impermeável. Essa 'armadura', constituída por

uma substância denominada quitina, funciona como um esqueleto externo (exoesqueleto) e precisa ser trocada de tempos em tempos, para que o animal possa crescer. O corpo divide-se geralmente em cabeça, tórax e abdome, mas em alguns deles – como nas aranhas – ocorre a fusão da cabeça e do tórax, constituindo o cefalotórax. Como as patas também são revestidas pela quitina, a



Figura 1. Visão frontal de aranha-armadeira (*Phoneutria* sp.), mostrando as articulações das patas (mais claras), as quelíceras (avermelhadas) e os pedipalpos (pretos).



Figura 2. Teia de *Nephilengys* sp.

locomoção requer juntas móveis, nas quais a 'armadura' é mais fina e flexível, e por isso o filo foi batizado de Arthropoda (patas articuladas, em grego). Esses animais têm ainda apêndices: antenas, palpos ou quelíceras (aparelhos terminados em pinças ou garras).

Excetuando os crustáceos, os demais artrópodos – principalmente os aracnídeos – são em geral confundidos com os insetos. Existem, entretanto, várias diferenças entre aracnídeos e insetos. As mais fáceis de identificar estão no número de patas (três pares nos insetos e quatro pares nos aracnídeos) e nos segmentos do corpo (os insetos exibem os três segmentos básicos, mas nos aracnídeos cabeça e tórax estão unidos no cefalotórax). Além disso, os aracnídeos não têm asas em nenhuma fase da

vida, possuem até oito olhos (podem usar alguns de dia e outros de noite) e, em lugar das antenas, apresentam outros apêndices: quelíceras e os pedipalpos (figura 1). As pinças ou garras existentes nas quelíceras atuam na captura das presas e – no caso das aranhas – na injeção do veneno. Os pedipalpos, além de manipular e despedaçar as presas, são usados também para o acasalamento.

Depois dos insetos, a classe de maior número de espécies entre os artrópodes terrestres é a dos aracnídeos, e as aranhas compõem seu maior subgrupo. Já foram descritas cerca de 35 mil espécies de aranhas, encontradas em praticamente todos os habitats, de praias marinhas a florestas, pântanos, desertos e altas montanhas. Extremamente prolíficas, vivem – em geral solitariamente – em árvores, na grama, nas rochas, sobre ou dentro do solo, em materiais em decomposição e no interior das construções humanas.

As aranhas expelem, por órgãos situados na parte posterior do abdome, uma proteína que endurece rapidamente em contato com o ar, formando um fio, de vários tipos e espessuras, usado na construção de diferentes teias (figura 2), tocas, casulos e bolsas de ovos (ooteca), ou como linha de suspensão. As teias servem para aprisionar insetos, principal alimento desses animais. Como só consomem líquidos, injetam enzimas digestivas nas presas, para diluí-las, e as sugam com seu estômago, que funciona como uma bomba de sucção. Muitas aranhas, porém, caçam ativamente as suas presas, e algumas sequer constroem teias de captura (aranhas errantes).

Como grandes predadoras de insetos, as aranhas desempenham papel importante no equilíbrio ecológico. Estudos realizados na Grã-Bretanha concluíram que elas devoram por ano uma quantidade de insetos superior, em peso, a toda população humana daquela ilha. No Brasil, país tropical muito mais rico em insetos e aranhas, essa relação pode ser bem maior.

Em geral, para a reprodução, o macho, normalmente menor que a fêmea, tece uma minúscula teia e ali deposita uma gotícula contendo espermatozóides, guardando-a em cavidades de seus pedipalpos (bulbo copulador). Ao encontrar uma fêmea, após um rito sexual, o macho insere esses apêndices na abertura genital da parceira e, em raríssimos casos, é morto em seguida por ela. Mais tarde, a fêmea tece a ooteca, onde põe os ovos, que carrega consigo ou deixa na teia, dependendo da espécie. Os filhotes, após a eclosão, também podem ficar nas teias ou acompanhar a mãe, presos em seu abdome.

As aranhas dependem de seu veneno, uma mistura de várias substâncias de diferentes toxicidades, para paralisar as presas e obter alimento, mas às vezes o usam para sua defesa. Como ficam algum tempo parcialmente desprovidas de veneno, após a picada, elas só o empregam contra atacantes quando se sentem acoçadas. Por desinformação, porém, o perigo que representam é comumente aumentado. Na verdade, apenas uma família, com dois gêneros, não possui glândulas de veneno, mas das dezenas de milhares de espécies existentes, menos de 100 são potencialmente perigosas para o homem. No Brasil, apenas três gêneros (que abrangem cerca de 14 espécies) têm importância médica: *Phoneutria* (as aranhas-armadeiras), *Loxosceles* (as aranhas-marrons) e *Latrodectus* (as viúvas-negras). São responsáveis por cerca de 81% dos acidentes por aranhas notificados ao Ministério da Saúde.

As aranhas-armadeiras (figura 3), que não constroem teia de captura e podem ser reconhecidas pelas quelíceras avermelhadas, são agressivas e irritáveis, ao contrário da maioria das aranhas. Alcançam até 3 cm de corpo (com as patas, até 15 cm). Ao sentirem-se ameaçadas, colocam-se em posição de defesa, levantando as patas dianteiras, e muitas vezes avançam sobre o 'atacante'. Essa agressividade as torna responsáveis, no

Brasil, por cerca de 60% das picadas em seres humanos.

As armadeiras caçam durante a noite e de dia escondem-se em tocas, sob folhagens, entre tijolos e pilhas de madeira, atrás de móveis e ainda dentro de sapatos e botas. Por isso a maioria das vítimas humanas é picada nos pés. Sua picada causa apenas dor intensa em 90% dos casos, exigindo a aplicação local de analgésicos. Em pessoas mais suscetíveis, porém o veneno pode provocar arritmias cardíacas (palpitações), hipertensão arte-

rial, vômitos, sonolência e alucinações, sendo aconselhável a aplicação do soro antiaracnídico. O veneno da aranha armadeira contém diversos polipeptídeos básicos com massa molecular entre 5 mil e 6 mil daltos (unidade de massa atômica). O veneno atua sobre os canais de sódio, causando a despolarização das fibras musculares e das terminações nervosas sensitivas, motoras e do sistema nervoso autônomo, com liberação de neurotransmissores como as catecolaminas e acetilcolina.

Todas as espécies do gênero *Loxosceles* são pequenas (até 1 cm de corpo, e 3 cm com as patas), têm patas finas e longas e sua cor varia do marrom amarelado ao castanho (figura 4). Mais ativas à noite, de aparência frágil e não-agressivas, em geral não causam medo. Gostam de esconderijos secos, quentes e escuros (cascas de árvores, palhas, entulhos), e dentro das casas vivem em cantos de paredes, atrás de móveis e outros locais, construindo teias de refúgio em forma de lençol, usadas como abrigo.

Usam o veneno raramente como meio de defesa. Suas picadas em seres humanos representam 21% dos casos no país, e ocorrem geralmente quando são prensadas contra o corpo (no ato de se vestir, por exemplo). Na grande maioria parte dos casos, o veneno atua somente no local da picada, inicialmente indolor. Só após algumas horas surge ardência, seguida de coceira, edema (inchaço) e eritema (vermelhidão) até a formação, em poucos dias, de uma ferida, que pode levar de seis a oito semanas para cicatrizar (dermonecrose). Pessoas sensíveis podem apresentar febre, fraqueza, náuseas, vômitos e – raramente – insuficiência renal aguda. Aplicado a tempo, o soro evita a maioria dos efeitos tóxicos.

As viúvas-negras (figura 5), com ampla



Figura 5. Exemplar de viúva-negra (*Latrodectus* sp), com ootecas.

distribuição nas zonas tropical e temperada e veneno de alta toxicidade, são pequenas: a fêmea mede cerca de 1,5 cm de corpo (até 3 cm, com as patas) e o macho apenas 2 ou 3 mm (de corpo). Essas aranhas tecem teias tridimensionais e somente as fêmeas causam acidentes, pois os machos, em função do pequeno tamanho de suas quelíceras, não conseguem injetar o veneno. As fêmeas às vezes matam os machos após o acasalamento, característica que, somada à cor negra (com manchas vermelhas no abdome), deu origem a seu nome. Vivem em ambientes semelhantes aos das *loxosceles*.

Pouco agressiva, a viúva-negra normalmente deixa-se cair da teia e finge estar morta ao ser perturbada, e sua picada só ocorre quando prensada ou muito acossada. No Brasil, ocorrem surtos esporádicos de picadas, relacionadas com as flutuações em sua população causadas por desequilíbrios ecológicos, mais ainda assim sua participação no total de picados, no país, é cerca de 0,21% (a maioria dos casos no Nordeste). O veneno da viúva-negra provoca contrações musculares, sudorese, arritmia cardíaca, retenção urinária e, em alguns casos, parada respiratória. Uma das toxinas da viúva-negra, denominada latrotoxina, é uma proteína de 130 mil daltos. O veneno induz a liberação da acetilcolina nas terminações neuromusculares.



Figura 3. Exemplar de aranha-armadeira (*Phoneutria* sp).



Figura 4. Exemplar de aranha-marrom (*Loxosceles* sp).



Figura 6. Exemplar de caranguejeira (*Lasiodora* sp.).

Não há produção de soro contra esse veneno no Brasil.

Outras aranhas existentes no país são apontadas, erradamente, como muito venenosas. É o caso das caranguejeiras (figura 6), temidas pelo seu tamanho (podem alcançar até 10 cm de corpo e chegar a 30 cm de comprimento total, pesando até 60 g) e pelo aspecto ameaçador. Sua picada, no entanto, é muito rara, e seu veneno inofensivo para o homem. O único perigo que oferecem está em outra forma de defesa e captura de alimento, pois ao atritarem as patas traseiras no abdome lançam uma nuvem de pêlos capaz de provocar irritações alérgicas na pele e nas vias respiratórias. São excelentes predadoras de insetos, e algumas caçam até roedores e pássaros. Vivem no solo, em madeira em decomposição e nas árvores. Constroem teias de refúgio e podem eventualmente entrar em casas, escondendo-se em locais escuros e úmidos.

Os venenos das aranhas ainda são pouco estudados, exceto no caso das armadeiras e das viúvas-negras, reconhecidas como problema de saúde pública há mais tempo. As *Loxosceles*, entretanto, só passaram a ser consideradas perigosas após os trabalhos pioneiros de Gastão Rosenfeld, também pesquisador do Instituto Butantã, nos anos 50. No momento, o Butantã está investigando as propriedades biológicas e bioquímicas

do veneno dessas aranhas, para aperfeiçoar o soro contra a sua picada, produzido pelo Instituto. A importância dessa pesquisa pode ser demonstrada por surtos como os identificados a partir de 1986 (com mais de 1.000 casos em 1992) na região metropolitana de Curitiba, causados provavelmente por desmatamentos

e pela extinção de predadores naturais.

O veneno utilizado na pesquisa é obtido com a aplicação de choques elétricos (de cerca de 15 volts) no cefalotórax da aranha (figura 7). Como a maioria das aranhas morre com o choque, a quantidade de veneno extraída é muito pequena e dispendiosa. Após a inoculação (em coelhos), surge na pele, em duas horas, um eritema que torna-se maior e mais intenso com o tempo (figura 8). Em seis horas, forma-se edema intenso e a área adquire uma cor vermelha-arroxeadada. Em 24 horas, o local escurece, indicando a ocorrência de necrose (morte das células). O estudo microscópico da lesão revela dilatação dos vasos sanguíneos, edema, acúmulo de leucócitos (células de defesa do organismo), presença de coágulos nos vasos e hemorragias (em todas as camadas da pele e às vezes nos músculos subjacentes).

O veneno atua ainda sobre as plaquetas (células envolvidas na coagulação do sangue), ativando-as e causando sua agregação, e sobre os glóbulos vermelhos de algumas espécies, destruindo-os (hemólise). Entre as muitas enzimas presentes no veneno estão a hialuronidase, que faz com que a lesão desloque-se segundo a força da gravidade, adquirindo uma forma retangular, e a esfingomielinase D, considerada muito importante porque reproduz a lesão dermonecrótica e causa morte em ani-

mais de laboratório.

A composição bioquímica do veneno é identificada através de métodos de isolamento das moléculas responsáveis pelas principais atividades tóxicas do veneno (figura 9). Aplicando uma técnica especial de filtração no veneno da espécie *L. gaucho*, comum em São Paulo, foram isoladas frações contendo moléculas grandes, médias e pequenas. Em seguida, as moléculas de cada fração foram separadas e tiveram sua massa avaliada através de eletroforese, técnica em que as mo-



Figura 7. Extração de veneno de aranha do gênero *Loxosceles*. O choque é dado pelos eletrodos e o veneno é recolhido com uma micropipeta.



Figura 8. Lesão dermonecrótica na pele de coelho (depilada), causada pelo veneno de *Loxosceles*, após 24 horas.

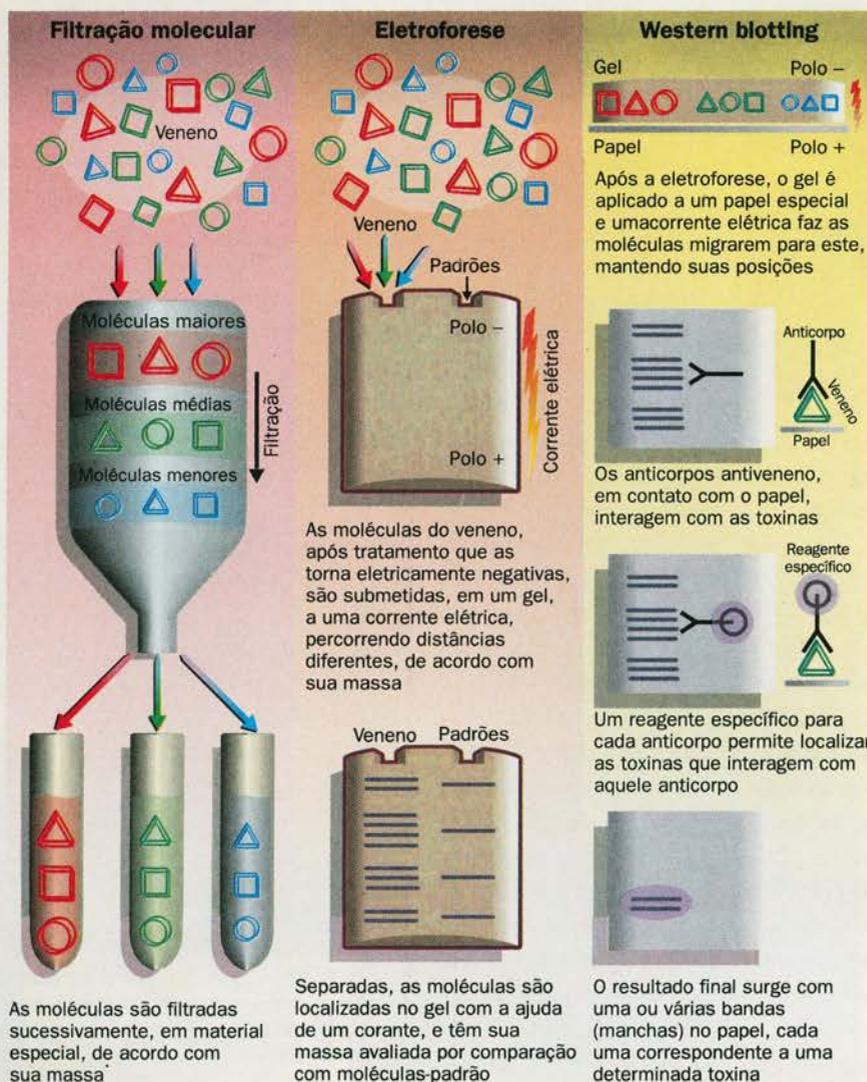


Figura 9. Métodos usados na identificação dos componentes do veneno.

léculas, submetidas a uma corrente elétrica, percorrem distâncias diferentes em um meio especial.

A análise comprovou que o veneno da aranha possui no mínimo nove proteínas, algumas das quais com atividade enzimática, com massas moleculares entre 67 mil e 14 mil daltons, e que a molécula da proteína que aparece em maior quantidade tem cerca de 35 mil daltons. A pesquisa verificou em seguida que essa proteína mais abundante é também a principal responsável pela lesão dermonecrotica. Em camundongos, inoculados com as diversas frações pro-

téicas do veneno em doses correspondentes à dose letal do veneno completo, apenas a fração que continha a proteína de 35 mil daltons mostrou-se letal (é possível que esta proteína corresponda à esfingomielinase D). O soro antiveneno contém moléculas protéicas denominadas anticorpos, que interagem com as toxinas do veneno e neutralizam seus efeitos. Durante o curso da imunização de coelhos com o veneno para obtenção do soro antiveneno foi possível verificar, utilizando-se uma técnica denominada *western blotting*, que a proteína de 35 mil daltons é também a mais imunogêni-

ca das proteínas do veneno. Os anticorpos que reagem com ela aparecem primeiro e ocorrem em maior quantidade.

Como o Instituto Butantã, ao preparar o soro antiaracnídico, que neutraliza os venenos da armadeira e da *Loxosceles*, utiliza os venenos da *L. gaucho* e da *P. nigriventer* (armadeira) tornou-se necessário verificar se o soro seria também eficaz para as outras espécies do gênero *Loxosceles* (*L. laeta* e *L. intermedia*). A análise comparativa do veneno de *L. gaucho* com os de *L. laeta* e *L. intermedia* (comuns no sul do país) indicou a presença de numerosos componentes comuns, inclusive a molécula de 35 mil daltons sugerindo que o soro produzido pelo Instituto Butantã neutraliza a ação tóxica dos venenos destas outras espécies, o que ficou plenamente demonstrado em testes.

As moléculas das proteínas, inclusive aquelas encontradas no veneno loxoscélico, são formadas por seqüências de aminoácidos. No momento, o Butantã está iniciando, em colaboração com o Centro Brasileiro de Seqüenciamento de Proteínas, da Universidade de Brasília, estudos sobre a estrutura bioquímica do veneno loxoscélico. Conseguimos determinar os 35 primeiros aminoácidos do segmento aminoterminal do principal componente ativo do veneno (a proteína de 35 mil daltons) das três espécies do gênero *Loxosceles*, que estão sendo estudadas (*L. gaucho*, *L. laeta* e *L. intermedia*). As pesquisas, porém, continuam, na tentativa de obter mais conhecimentos sobre a composição química e sua relação com os efeitos tóxicos do veneno das *loxosceles*.

Katia Cristina Barbaro
Carlos Jared
Ivan Mota
 Instituto Butantã

Sal irregular

Análises do Instituto Adolfo Lutz revelam fraude na iodinação do sal de cozinha

Amostras de sal refinado colhidas pela Vigilância Sanitária no comércio de São Paulo e analisadas pelo Instituto Adolfo Lutz contêm índices de iodo inferiores aos exigidos pela legislação brasileira. A irregularidade, detectada exatamente quando o governo federal baixava nova portaria exigindo teores de iodinação ainda maiores, não pode ser justificada por razões financeiras. As empresas beneficiadoras recebem o iodo gratuitamente do governo e devem adicioná-lo ao sal de cozinha

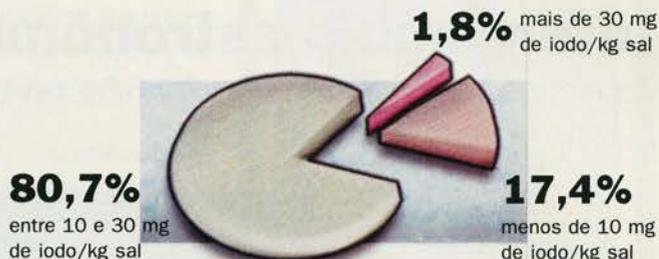
para prevenir o bócio, doença que em crianças pode causar retardo mental (ver 'A falta que o iodo faz').

Embora os estudos realizados no Brasil desde a década de 30 demonstrem que a iodinação do sal é o meio mais eficiente para se fazer a prevenção do bócio, inquéritos nacionais realizados a cada 20 anos atestam que a medida não tem sido suficiente para erradicar a doença no país. "Entre 1955 e 1975, a incidência de bócio caiu apenas 6,5% em relação ao pe-

A falta que o iodo faz

O bócio endêmico, conhecido popularmente como papo, é provocado pela carência de iodo e se caracteriza pela hipertrofia da glândula tireóide. Em regiões onde o solo e a água são pobres em iodo, as crianças apresentam baixa produção de hormônios da tireóide, a tiroxina e a triiodotironina. Para compensar a diminuição da secreção da tiroxina, a região anterior da glândula hipófise passa a produzir hormônio tireoestimulante (TSH), que atua sobre as células da tireóide estimulando sua proliferação. A ação prolongada do TSH provoca o aumento dessa glândula. Na infância, a hipotireoidismo provoca atraso de crescimento e deficiência mental grave, o cretinismo. Dados da Fundação Nacional de Saúde em São Paulo mostram que, em áreas onde há grave insuficiência de iodo, o número de abortos e de crianças natimortas é maior.

O médico e bioquímico mineiro José Baeta Vianna foi o primeiro pesquisador brasileiro a relacionar, no início dos anos 30, o bócio endêmico à insuficiência de iodo. Seu trabalho "Bócio endêmico em Minas Gerais" teve grande impacto na época de sua publicação e forneceu o argumento necessário para que o poder público editasse uma lei no país exigindo a adição de iodo ao sal de cozinha.



Das amostras de sal refinado analisadas pelo Instituto Adolfo Lutz, 17,4% não apresentaram o teor mínimo de iodo exigido pela legislação que vigorou até outubro de 1994.

ríodo anterior", revela Flora Barbosa Teles, coordenadora da Fundação Nacional de Saúde em São Paulo. Em relação ao período de 1975 a 1995, cujos dados serão divulgados ainda este ano, a expectativa dos especialistas – agora reforçada pelo resultado das análises do Instituto Adolfo Lutz – é de que o quadro não tenha se alterado.

A coleta das amostras analisadas pelo Instituto Adolfo Lutz foi feita entre os meses de janeiro e outubro de 1994, época em que os valores para a iodinação do sal exigidos eram de no mínimo 10 e no máximo 30 miligramas de iodo por quilograma de sal. De 109 amostras de sal refinado analisadas, 17,4% apresentaram quantidade de iodo abaixo do valor mínimo exigido (ver diagrama).

A portaria do Ministério da Saúde baixada em 1994 aumenta o índice mínimo para 40 e o máximo para 60 miligramas de iodo por quilograma de sal. "A medida é uma resposta aos dados apontados pelos estudos de prevalência do bócio no Brasil", disse Regina Rodrigues, do Instituto Adolfo Lutz. Segundo a pesquisadora, os índices anterior-

res se mostraram insuficientes para erradicar a doença no país.

Ainda este ano, novas análises serão realizadas no Instituto para verificar o cumprimento da nova portaria, que passou também a exigir iodinação do sal comum. Acreditava-se até pouco tempo que esse tipo de sal (grosso, peneirado, triturado ou moído) não era consumido pela população. Alguns estudos, no entanto, revelaram que moradores do interior do país o utilizam largamente na alimentação.

Flora Teles ressalta que no inquérito nacional de 1975 sobre o bócio também se observam diferenças de prevalência da doença entre os estados brasileiros, com predomínio em áreas rurais, onde o sal grosso é mais utilizado. O aumento do índice de iodinação do sal consumido pela população e a extensão de sua obrigatoriedade ao sal comum são medidas fundamentais para se erradicar o bócio. "Resta agora exigir que as beneficiadoras cumpram a legislação", sentencia Regina Rodrigues.

Ricardo Zorzetto

Ciência Hoje/São Paulo.

Intercâmbio astronômico

Jovens astrônomos trocam experiências com 'estrelas' da astrofísica mundial

Por que o brilho de algumas estrelas varia periodicamente? Que efeitos o meio interestelar produz na observação de estrelas mais distantes? De que se compõe a massa de uma galáxia? Qual o papel dos dispositivos CCDs na pesquisa astronômica? Essas e outras tantas questões envolvendo pesquisa, ensino e práticas astronômicas foram esmiuçadas durante a 22ª Escola Internacional para Jovens Astrônomos, realizada de 9 a 29 de julho na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Sediada pela primeira vez no Brasil, a Escola reuniu 41 estudantes de origem latina (metade brasileiros) e uma equipe de professores selecionada entre os mais conceituados astrônomos dos EUA, Canadá, México, França, Dinamarca e Holanda. A Escola Internacional para Jovens Astrônomos é promovida pela União Astronômica Internacional (IAU), que congrega atualmente 60 países e reúne 7.800 membros. Seu objetivo varia de acordo com o país onde é sediada.

A versão brasileira da Escola elegeu como principais temas de interesse o estudo das galáxias, a evolução estelar, o meio interestelar, a instrumentação astronômica e o ensino da astronomia. "Optamos por uma escola em



Figura 1. No Observatório Astronômico da Serra da Piedade, em Caeté (MG), está instalado o segundo telescópio mais potente do Brasil.

nível de pós-graduação, sem limite superior de formação", disse o físico Renato Las Casas, da UFMG, coordenador do evento no Brasil e diretor do Observatório Astronômico da Serra da Piedade, localizado em Caeté (MG), onde se realizou a parte prática do evento.

No curso sobre instrumentação astronômica, o astrônomo norte-americano Craig A. Gullixson, do Observatório Solar Nacional dos EUA, falou sobre os modernos detectores CCDs, dispositivos eletrônicos capazes de desempenhar papel tão revolucionário quanto o advento da fotografia no passado. Usados sobretudo em pesquisas astronômicas, os CCDs são chips que transformam a luz em sinais eletrônicos, permitindo que a imagem seja gravada e reconstituída eletronicamente, com sensibilidade 100 vezes superior à obtida pela câmara fotográfica.

É através desses dispositivos que o telescópio Hubble, por exemplo, detecta com

detalhes suas imagens espaciais. Mas seu uso não se restringe às sofisticadas investigações astronômicas. A detecção CCD é também um recurso disponível às populares câmaras de vídeo portáteis. "É como uma caixa preta mágica", definiu a astrônoma francesa Michèle Gerbaldi, do Instituto de Astrofísica de Paris e secretária-adjunta do Comitê 46, órgão da IAU responsável pela organização da Escola.

O estudo das estrelas variáveis, cujo brilho é inconsistente, foi tema de um curso dado pelo astrônomo John Percy, da Universidade de Toronto, no Canadá, e atual presidente do Comitê 46. Observando a variação da luz dessas estrelas, em particular as denominadas cefeidas, os astrônomos procuram entender melhor sua estrutura. Recentemente, encontraram-se evidências de uma relação entre o período de variabilidade e a luminosidade intrínseca das estrelas.

Segundo Percy, a intensidade luminosa de uma estrela

que avistamos depende de dois parâmetros: distância e luminosidade intrínseca. Uma estrela muito brilhante mas a uma distância muito grande da Terra tem aparentemente um brilho tênue. Para conhecer a luminosidade intrínseca de uma estrela, é preciso observar seu brilho e conhecer sua distância. Pode-se obter o valor do brilho intrínseco de uma estrela cefeida a partir da medida de seu período de variabilidade. Comparando esse brilho intrínseco ao brilho que observamos, é possível determinar a distância da estrela.

Michèle Gerbaldi avalia que esse é um dos métodos mais eficientes para medir a distância de estrelas e até mesmo de galáxias. Ela cita a recente descoberta de estrelas cefeidas em outras galáxias, detectadas pelo satélite Hubble. "Conhecendo a distância dessas estrelas, podemos determinar a distância da galáxia", sustenta ela.

Formadas por milhares de estrelas, gases interestelares



Figura 2. Observatório Astronômico de Ouro Preto, um dos mais antigos do país.



Figura 3. Foto da Lua feita a partir do telescópio principal do Observatório Astronômico de Ouro Preto.

e de uma poeira composta por moléculas maiores de gás, as longínquas galáxias mais parecem uma mistura de luz das estrelas de diferentes tipos que a compõem. A massa de uma galáxia, por ser um parâmetro importante no equacionamento de sua seqüência evolutiva, é um problema

que tem atraído cada vez mais o interesse dos astrônomos.

Para se conhecer a massa de uma galáxia, é preciso levar em conta toda a matéria existente, desde as estrelas – facilmente localizadas a partir de uma observação da matéria visível – até a poeira, cuja detecção requer uma investi-

gação mais minuciosa, feita através de infravermelho, sobretudo quando ela está numa região pouco luminosa da galáxia. Recentemente, o satélite Iras detectou em nossa galáxia uma quantidade importante de poeira em regiões onde jamais se imaginava que ela pudesse existir.

O meio interestelar, de cuja matéria as estrelas se formam, é outro campo de investigações sobre o qual pairam dúvidas que os astrônomos tentam esclarecer. Permeando as estrelas, ele absorve parte de sua luminosidade e provoca um efeito semelhante ao da neblina. Ao se observar uma

Astros em cenário barroco

Entre as torres das centenárias igrejas de Ouro Preto, em Minas Gerais, uma discreta cúpula localizada na principal praça da cidade atrai visitantes mais interessados nos mistérios da carta celeste do que em apreciar altares e santos barrocos. Ela abriga um dos mais antigos telescópios do Brasil, construído no início da década de 20 pelo alemão Gustav Heyde, dotado de uma objetiva de 20 cm e de um conjunto de oculares francês capaz de produzir aumentos de 75 a 1.000 vezes. Na categoria de telescópios refratores, é considerado o sexto maior do país.

Instalado no Observatório Astronômico da Escola de Minas de Ouro Preto, o telescópio faz parte do acervo do recém-criado Museu de Topografia e Astronomia, inaugurado em 15 de julho, durante a 22ª Escola Internacional para Jovens Astrônomos. Entre as peças do acervo, a maioria de origem francesa, destacam-se um telescópio com lente de 10 cm, uma luneta de campo, três teodolitos astronômicos (usados para medição de ângulos), quatro sextantes (que determinam as coordenadas marítimas), uma luneta meridiana, um auto-azimute (medidor de ângulos e distâncias), um

simulador de eclipses, um globo do planeta Marte, duas esferas celestes, um globo das constelações e um globo da Lua.

“É um dos maiores acervos em astronomia do país”, garante o físico Hélio Verona, do Departamento de Técnicas Fundamentais da Escola de Minas, responsável pela coordenação do Observatório. Verona é um dos criadores da Sociedade de Estudos Astronômicos de Ouro Preto (SEAOP), entidade que reúne professores e estudantes interessados no estudo e na observação sistemática dos astros e se propõe a divulgar a astronomia elementar para as escolas de 1º e 2º graus e a comunidade em geral, por meio de palestras e observações orientadas.

“Já chegamos a reunir no observatório cerca de 100 pessoas por mês”, conta Éber Bezerra Santos, aluno do curso de Engenharia Civil da Escola de Minas e um dos mais entusiasmados integrantes da SEAOP. Para difundir a astronomia entre o público leigo, a entidade criou o projeto “A astronomia vai às escolas”. A idéia é levar um telescópio portátil aos colégios para estimular a participação de crianças e adolescentes.



Figura 5. Interior do Observatório Astronômico de Ouro Preto.

estrela muito distante, é preciso considerar esse efeito, sobretudo quando se trata de uma estrela cefeida em outra galáxia. “O brilho que observamos não é seu verdadeiro brilho”, explica Michèle Gerbaldi.

Além dos cursos teóricos, a 22ª Escola dedicou uma semana de seu tempo à prática astronômica, área em que o Brasil se mostra ainda pouco eficiente. Uma das principais causas dessa deficiência, segundo Renato Las Casas, é o reduzido número de telescó-

pios disponíveis no país aptos a uma moderna observação. O mais potente telescópio brasileiro, cujo espelho tem 1,60 m de diâmetro, fica no Laboratório Nacional de Astrofísica, em Brazópolis (MG). O segundo em potência, com espelho de 60 cm de diâmetro, pertence ao Observatório da Serra da Piedade. No Instituto Astronômico e Geofísico da USP está instalado o terceiro telescópio, com espelho de 55 cm de diâmetro (ver ‘Astros em cenário barroco’).

Para superar essa deficiên-

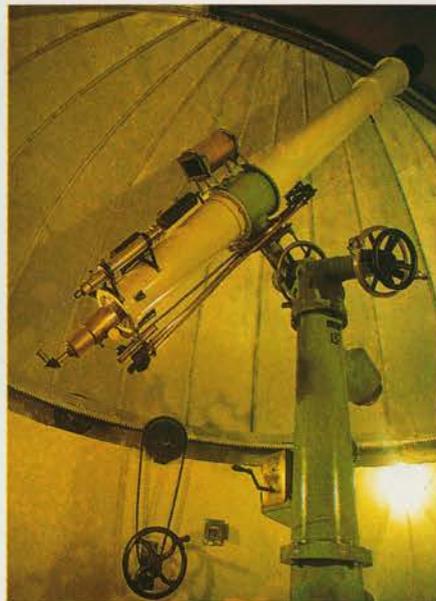


Figura 5. Um dos mais antigos telescópios brasileiros faz parte do acervo do Observatório Astronômico de Ouro Preto. Construído no início dos anos 20, é considerado o sexto maior do país na categoria de telescópios refratores.

cia e garantir seu acesso às mais avançadas pesquisas astronômicas, o Brasil tornou-se recentemente parceiro do Projeto Gemini, ao lado dos EUA, Canadá, Inglaterra, Chile e Argentina. O projeto prevê a instalação de dois supertelescópios gêmeos em bases terrestres – um no Havaí e outro do Chile. Dotados de óptica adaptativa, que permite

corrigir distorções na luz refletida, e óptica ativa, que mede e corrige a deformação térmica no espelho, os supertelescópios, com espelhos de oito metros de diâmetro, são capazes de produzir imagens tão precisas quanto as captadas pelo telescópio espacial Hubble.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

Vinte anos no gelo

CNPq comemora a data garantindo recursos ao Proantar no orçamento da União

O Brasil festeja os 20 anos de adesão ao Tratado da Antártida com uma boa notícia: o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) anunciou que a partir do próximo ano

o Programa Antártico (Proantar) terá verba específica prevista no orçamento da União. “É uma conquista enorme”, comemora Antônio Carlos Rocha Campos, coordenador do Grupo de Assessoramento do

Proantar e pesquisador da Universidade de São Paulo.

A decisão do CNPq vai facilitar a elaboração do cronograma de trabalho do Proantar, que deve ser comunicado com antecedência aos demais

países que participam do Tratado. Até agora isso era difícil por causa da demora na definição do orçamento. “Em geral, há pouco tempo para examinar os projetos e escolher aqueles que serão realizados na temporada seguinte”, reclama o pesquisador paulista.

Rocha Campos lembra, no entanto, que os repasses da verba pelas autoridades da área econômica devem ser

feitos rigorosamente em dia. As dificuldades que afetam toda a área de ciência e tecnologia no país, destacando-se os atrasos constantes no repasse de recursos, são particularmente sentidas pelas pesquisas antárticas, já que, em sua maior parte, estas são feitas entre os meses de novembro e março por causa das condições climáticas. "Se a verba atrasa, o pesquisador só pode viajar no ano seguinte", diz ele.

Celso Deusdeti Costa, da Coordenação de Cooperação Multilateral do CNPq, estima que o Proantar será contemplado com cerca de R\$ 1 mi-

lhão entre novembro de 1996 e outubro de 1997, contra os R\$ 878 mil previstos para o período de novembro de 1995 a outubro de 1996. Não estão incluídos nesses valores gastos com apoio logístico (manutenção da base, transporte, navio de pesquisa, roupas, alimentação), recursos de contrapartida das instituições executoras das pesquisas, material de laboratório e salários de pesquisadores.

Desde o ano passado o Proantar vem ganhando impulso com o início das atividades do Ary Rongel, navio norueguês adquirido pela Marinha brasileira, especial-

mente construído para navegar em condições antárticas. A previsão é de que sejam instalados laboratórios e equipamentos a bordo do navio. "Com isso, amplia-se a área de pesquisa brasileira na região, até agora restrita às localidades próximas à Ilha Rei George, onde já atua um grande número de pesquisadores", afirma Rocha Campos. A estratégia atual de construir refúgios e acampamentos em lugar de novas estações também permitirá a ampliação da área de pesquisa sem grandes gastos, a exemplo do que já vem sendo feito pelas equipes de geólogos e biólogos do Proantar.

Na avaliação de Deusdeti Costa, o estímulo à cooperação internacional nos programas antárticos é outro fator que facilitará a ampliação dos temas e da área geográfica de pesquisa com custos compartilhados: "para isso, serão usadas as facilidades e os mecanismos da Superintendência de Cooperação Internacional, unidade do CNPq que coordena a parte científica do Proantar".

Para Rocha Campos, o Proantar, que envolve cerca de 80 pesquisadores, 25 projetos e oito instituições científicas, é modesto se comparado ao programa de outros países. Os Estados Unidos, por exemplo, investem 30 vezes mais que o Brasil nas pesquisas antárticas. "Apesar disso, o projeto se consolidou e seus resultados são aceitos internacionalmente, o que permitiu a entrada do Brasil no Comitê Científico de Pesquisas An-

tárticas (SCAR) em 1984, apenas dois anos após suas pesquisas terem sido efetivamente iniciadas na região", vangloria-se. Como membro do SCAR, que coordena as pesquisas na região, o Brasil pode opinar nas decisões de grandes questões científicas e participar de programas internacionais. Eleito em 1994, o Brasil ocupa a presidência do SCAR, devendo permanecer no cargo até 1998.

O pesquisador paulista ressalta, no entanto, que este é o momento de reavaliar as estratégias do Proantar e traçar novas metas, o que será feito em simpósio previsto para o próximo ano. Uma das propostas é concentrar as pesquisas em tópicos considerados internacionalmente relevantes, como a busca de soluções para problemas relacionados a mudanças globais.

Outro ponto fundamental é estimular a entrada de novos cientistas no Programa. Qualquer pesquisador interessado pode enviar propostas ao CNPq, que, ao examiná-las, levará em conta exclusivamente o seu mérito. Rocha Campos suspeita que os poucos pedidos novos decorram das dificuldades do trabalho de campo.

Luisa Massarani,

colaboração de

Ricardo Sforza,

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.



Figura 1. Pesquisadores brasileiros do Proantar acompanham colegas chineses na coleta de krill.



Figura 2. Escala em Pelotas (RS) para recebimento de roupas especiais.

O hormônio do emagrecimento

Licença de comercialização rendeu o maior lucro da história a uma instituição acadêmica

Cientistas dos EUA descobriram um hormônio do emagrecimento, uma substância tão fundamental no funcionamento do corpo humano que, provavelmente, vai ser logo incorporada à lista de hormônios que o estudante de segundo grau precisa decorar.

O hormônio foi batizado pelos cientistas de leptina (a partir do grego *leptós*, magro, delgado), nome que já vale a pena guardar para poder acompanhar as pesquisas feitas com a substância, que em poucos anos poderá abalar para sempre a bilionária indústria dos dietéticos, anorexígenos e afins. Um produto eficaz e seguro baseado na leptina promete calibrar naturalmente o sistema energético do corpo, eliminando de maneira permanente a sobrecarga adiposa do organismo.

De acordo com os cientistas, a leptina avisa o sistema nervoso sobre a quantidade de gordura estocada no corpo e leva a ações para mantê-la num patamar mínimo adequado. Informa ao sistema nervoso que o organismo precisa receber mais ou menos alimento e queimar mais ou menos gordura. Se houver um defeito no ciclo da leptina, animais de laboratório engordam. Como a leptina tam-

bém foi identificada no homem, um defeito no processo em que está envolvida pode ser uma das principais responsáveis pela obesidade em seres humanos. E aqui reside um outro aspecto surpreendente da descoberta: mostra que um mecanismo tão básico como a deposição de gordura no corpo ainda era desconhecido.

Para se ter uma idéia da importância do hormônio, a licença para explorá-lo comercialmente rendeu à Universidade Rockefeller, em Nova York, US\$ 20 milhões 'à vista' e outros US\$ 50 milhões quando (e se) os ensaios clínicos (testes em seres humanos) começarem, além de um aporte inimaginável de royalties sobre a venda de futuros produtos para emagrecimento. "É a licença mais cara que uma instituição acadê-

mica já vendeu em todo o mundo" diz Stephen Burley, um dos cientistas responsáveis pela descoberta. Burley, que é do Instituto Médico Howard Hughes, na Universidade Rockefeller, publicou com sua equipe a descoberta da ação da leptina na revista *Science*, em 28 de julho. Na mesma edição, outros dois grupos divulgaram resultados sobre a leptina, um da empresa de biotecnologia californiana Amgen (que pagou os US\$ 20 milhões em uma licitação pública) e outro da companhia Hoffmann-La Roche, de Nova Jersey (nordeste dos EUA).

Os resultados das três equipes se confirmam e se complementam. Todas trabalharam com um tipo de camundongo que tem uma mutação em um gene chamado *obeso* (*obese*, em inglês), que por causa do

defeito deixa de funcionar. O gene *obeso* normal, como qualquer gene, é responsável pela produção de uma proteína com função específica. Essa proteína é a leptina, o hormônio do emagrecimento. Como os camundongos mutantes não produzem a leptina, eles eram todos obesos (figura 1). A equipe de Burley e Jeffrey Friedman, outro autor do estudo (e responsável pelo isolamento do gene *obeso*, em dezembro do ano passado), injetou leptina diariamente nesses animais, que passaram a comer menos e queimar gordura mais rapidamente. Em um mês de tratamento, os camundongos obesos perderam cerca de metade do peso que tinham. Outro dado animador foi o efeito do hormônio em animais normais, que também perderam peso. Em apenas quatro dias de tratamento, eliminaram praticamente toda a gordura do corpo, reduzindo seu peso em 12%. Depois, mesmo continuando a receber doses diárias de leptina, o peso permaneceu igual, sugerindo que a leptina ajude a atingir e a manter um equilíbrio de ma-



Figura 1. Os camundongos mutantes, sem o gene *obeso*, não produzem leptina. Os receptores cerebrais interpretam a falta da proteína como uma grave ausência de gordura e estimulam o apetite do animal, provocando a obesidade (A). Tratados com injeções de leptina, camundongos que antes eram obesos (B) têm seu apetite diminuído e perdem rapidamente o excesso de gordura.

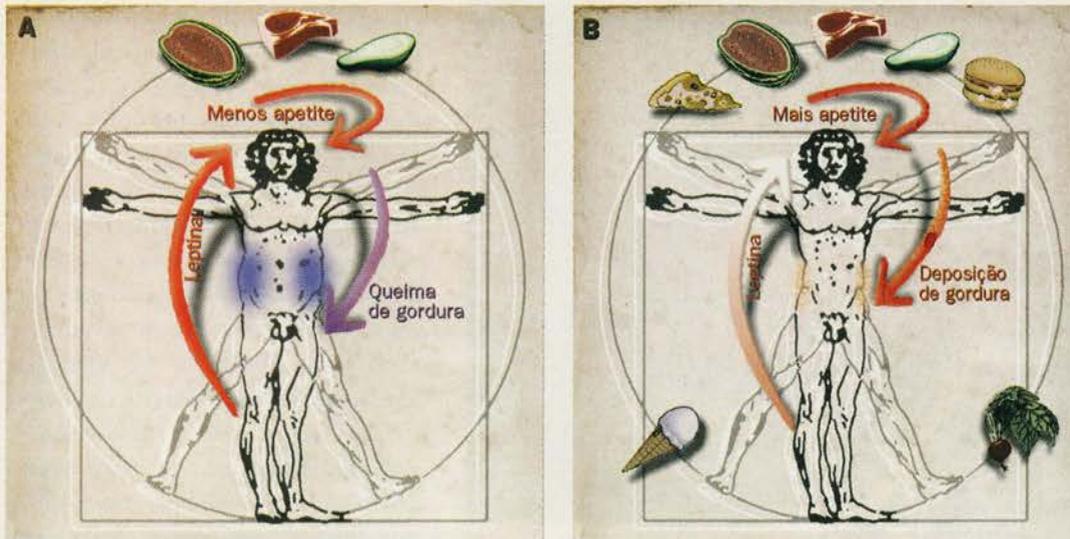


Figura 2. Também no homem a leptina parece ser a chave de um processo de controle do acúmulo de gordura. Quando há excesso de gordura (A), o aumento nos níveis da proteína avisa ao cérebro que é hora de reduzir o apetite e queimar gorduras. Quando há deficiência (B), o cérebro detecta a queda dos níveis de leptina e aumenta o apetite, para repor as necessidades de tecido gorduroso.

greza. De maneira similar, os resultados da equipe da Amgen mostram que a leptina iguala várias funções fisiológicas – como temperatura, atividade celular e até mesmo a atividade física – dos animais mutantes às dos normais. Ou seja: não parece existir o risco de overdose de leptina. “Mas não conhecemos os efeitos de longo prazo”, adverte Burley. “Nosso estudo foi curto demais para isso.”

Segundo os pesquisadores, a leptina é normalmente produzida pelas células de gordura e lançada na corrente sanguínea (figura 2). O trabalho da equipe da Hoffmann-La Roche sugere que ela migre até o cérebro, onde parece haver receptores especiais para ela. Esses receptores medem a quantidade de leptina existente no sangue, agindo como ‘gordurômetros’: se o aporte de leptina é alto, significa que há muita gordura produzindo-a; se for abaixo do normal, a leitura dos receptores indicará

que falta gordura no organismo. Como esses gordurômetros estão no cérebro, eles sinalizam a quantidade de gordura que deve ser queimada ou ingerida diretamente às estruturas do sistema nervoso envolvidas no ajuste do apetite, da temperatura corporal e da disposição para realizar atividades físicas, entre outras. No caso dos camundongos mutantes, incapazes de produzir leptina, os gordurômetros interpretavam a falta do hormônio como sinal de inanição, e indicavam ao cérebro que o animal precisava economizar gordura e comer mais, mesmo que já fosse obeso. Quando os cientistas injetaram leptina, o sistema nervoso do animal finalmente pôde ler nos gordurômetros um sinal de excesso de gordura e tomar as medidas para combatê-lo.

Falta muito para que a leptina resulte em um produto ideal para perder peso. Mesmo que a equipe de Burley tenha identificado a leptina

no sangue humano (e esta leptina humana também fez camundongos emagrecer), não se sabe se a substância vai ser o agente emagrecedor definitivo. Ao que tudo indica, a mutação no gene *obeso* não é a única causa de obesidade. Algumas semanas depois dos artigos da *Science*, um grupo de cientistas dos EUA e da França divulgou na revista *New England Journal of Medicine* a identificação do que chamaram o primeiro gene causador da obesidade humana, que recebeu o nome beta-3. Mas mesmo esses cientistas admitem que o excesso de peso no homem tenha mais de uma causa genética. E uma pessoa otimista pode argumentar que existe a possibilidade de o gene *obeso* estar envolvido em todos os casos de obesidade, mesmo que em alguns haja a participação de outros genes, como o beta-3.

Na época da publicação dos artigos na *Science*, a imprensa divulgou que pessoas

se aglomeraram à porta da Amgen se oferecendo como voluntários para testes com a substância, o preço das ações da companhia dispararam, e a novidade da leptina foi divulgada pela imprensa do mundo todo. A companhia, assustada com o destaque, resolveu sumir do noticiário, evitando contatos com a imprensa. “Não queremos dar esperanças demais às pessoas com essas experiências preliminares”, diz Mary Lyman, do centro de comunicação social da empresa. Segundo Lyman, os ensaios clínicos não acontecerão antes do ano que vem, e ela se recusa a informar em que estágio se encontram as pesquisas no momento. Mas Stephen Burley garante que o grupo da Amgen já está, no momento, conduzindo testes de toxicidade, um pré-requisito para os testes em seres humanos.

Cláudio Csillag
Ciência Hoje/SP



Para entender o que a Bolsa Escola faz pelas crianças de Brasília, você não precisa assistir a uma aula. Basta ler este anúncio.

Um Estado que nega o direito à educação, nega sua própria legitimidade. É seu dever democratizar e estender o ensino às populações mais pobres. Para isso, o Governo do Distrito Federal criou o Programa Bolsa Escola. Através dele, famílias carentes vão receber ajuda de 1 salário mínimo por mês para manter seus filhos na escola, ao invés de vê-los nas ruas, buscando o sustento. Este benefício vai reduzir a evasão escolar e melhorar a qualidade de vida. A Bolsa Escola atende a famílias com renda mensal de até meio salário mínimo por pessoa, residentes há cinco anos consecutivos em Brasília, com crianças de 7 a 14 anos matriculadas nas escolas e que freqüentam no mínimo 90% das aulas. A Bolsa será concedida por um ano, podendo ser renovada. O Programa Bolsa Escola já foi implantado em três cidades do Distrito Federal, atendendo a 3.500 famílias e até 1998 outras 50 mil famílias receberão este benefício. Além disso, os alunos que recebem a Bolsa Escola terão acesso a um complemento de benefícios através da Poupança Educação. Ela consiste no pagamento de um salário mínimo, ao final de cada ano, aos estudantes aprovados. Terminando a 4ª série a família do aluno poderá sacar 50% do saldo, na conclusão do 1º grau 50%, e o restante no término do 2º grau. Educação é prioridade. **Bolsa Escola. Uma lição de cidadania.**

Volume 19

A U T O R

- ALBERICI, Rosana M. – *et alii*. Energia solar no combate à poluição (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 4.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de – Celso Dal Ré Carneiro. Geleiras no Brasil: os parques glaciais de Salto e Itu (SP); nº 112, p. 24.
- ALVES, Gilvan Augusto – *et alii*. Do elétron ao quark *top*: como ver uma partícula elementar; nº 113, p. 34.
- ANARUMA FILHO, Francisco – *et alii*. Formigas nos hospitais; nº 111, p. 12.
- ANÇÃO, Meide Silva – *et alii*. Informática na medicina: recurso aos Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde; nº 111, p. 24.
- AQUINO, Valéria de – *et alii*. Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água; nº 110, p. 16.
- ARAÚJO, Ana Rita – Zoneamento hidrogeológico; nº 110, p. 86.
- ASSIS, Jesus de Paula – A liquidez da ética (resenha de *A mecânica das águas*, de E. L. Doctorow); nº 110, p. 19.
- AVELLAR, Maria Christina Werneck – *et alii*. Qual o destino dos pós-graduandos em biomédicas?; nº 111, p. 20.
- AZEVEDO, Alberto de Carvalho P. de – Avaliação e perspectivas; nº 113, p. 63.
- BAGNATO, Vanderlei Salvador – A condensação de Bose-Einstein; nº 111, p. 10.
- BAINY, Afonso Celso Dias – *et alii*. Qual o destino dos pós-graduandos em biomédicas?; nº 111, p. 20.
- BARBARO, Katia Cristina – *et alii*. Aranhas venenosas no Brasil; nº 114, p. 48.
- BARBOSA, Francisco – *et alii*. Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água; nº 110, p. 16.
- BARROS, Fernando de Souza – *et alii*. Modéstia, ciência e sabedoria (entrevista com Cesar Lattes); nº 112, p. 10.
- BARROSO, Lisia Vanacôr – Marcelo Corrêa Bernardes. Um patrimônio natural ameaçado; nº 110, p. 70.
- BERNARDES, Marcelo Corrêa – Lisia Vanacôr Barroso. Um patrimônio natural ameaçado; nº 110, p. 70.
- BERNI, Mauro Donizeti – Sinclair Mallet-Guy Guerra. Mercosul. Mercado comum de energia?; nº 110, p. 22.
- BIZZO, Nélío Marco Vincenzo – Eugénia e Racismo: quando a cidadania entra em cena?; nº 109, p. 26.
- BONOMO, Adriana – Integração da era molecular à histologia clássica; nº 112, p. 6.
- BUENO, Odair C. – *et alii*. Formigas nos hospitais; nº 111, p. 12.
- CARNEIRO, Celso Dal Ré – Fernando Flavio Marques de Almeida. Geleiras no Brasil: os parques glaciais de Salto e Itu (SP); nº 112, p. 24.
- CARVALHO, Roberto Barros de – Nadando de braçada; nº 110, p. 82.
- Uma utopia para o Brasil (entrevista com Darcy Ribeiro); nº 113, p. 15.
- Ciência para todos; nº 113, p. 50.
- CATTANI, Antonio David – Universidade e mundo do trabalho: um desafio, por Antonio David Cattani; nº 114, p. 42.
- CAVALCANTE, Itamar – Antídoto para veneno de lagarta; nº 112, p. 56.
- O vilão eucalipto derruba tabus (*in* Encarte Tecnologia); nº 112, p. 5.
- Golpe de misericórdia; nº 113, p. 54.
- COSTA, Jorge – A água oculta; nº 110, p. 87.
- Choque anestésico; nº 111, p. 53.
- Guerra aos carrapatos; nº 109, p. 67.
- COSTA, Vera Rita – Águas subterrâneas em São Paulo; nº 110, p. 90.
- USP declara guerra ao lixo; nº 111, p. 56.
- Fábricas brasileiras de soros e vacinas (*in* Encarte Tecnologia); nº 114, p. 4.
- Tecnologia para água doce (*in* Encarte Tecnologia); nº 114, p. 9.
- COUTO, Clícion do – Lérida Maria Lago Povoleri. O porto do Rio de Janeiro em 1930 e 1990: dois conceitos de modernidade; nº 114, p. 26.
- CSILLAG, Claudio – Hormônio do emagrecimento; nº 114, p. 59.
- DIODATO, Marco Antonio – Controle da vespa-da-madeira; nº 113, p. 21.
- DURÃO, Pedro Loureiro – Alexandre C. Galvão. Gás carbônico em irrigação: tecnologia de ponta para aumentar a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 12.
- ESTEVES, Francisco de Assis – Lagoas costeiras de Macaé; nº 110, p. 75.
- FEARNSIDE, Phillip M. – Quem desmata a Amazônia: os pobres ou os ricos?; nº 113, p. 26.
- FERNANDES, Luis – Bobbio e as dicotomias da modernidade (resenha de *Direita e esquerda: razões e significados de uma distinção política* de Norberto Bobbio); nº 111, p. 17.
- FERREIRA, Alfredo Gul – Erva-mate e chimarrão; nº 111, p. 47.
- FOWLER, Harold – *et alii*. Formigas nos hospitais; nº 111, p. 12.
- GALVÃO, Alexandre C. – Pedro Loureiro Durão. Gás carbônico em irrigação: tecnologia de ponta para aumentar a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 12.
- GALVÃO, Gerson – *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 2); nº 110, p. 96.
- *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 1); nº 109, p. 72.
- GAMA, Bernardo Antônio Perez da – Renato Crespo Pereira. Produtos não-poluentes contra a incrustação; nº 114, p. 16.
- GOMEZ, Rafael – Postos ecológicos; nº 113, p. 53.
- GUERRA, Sinclair Mallet-Guy – Mauro Donizeti Berni. Mercosul. Mercado comum de energia?; nº 110, p. 22.
- GUIMARÃES, Patrícia – Uma viagem antropológica (resenha do livro *Razão e diferença: afetividade, racionalidade e relativismo no pensamento de Lévy-Brubl* de

- Marcio Goldman); nº 112, p. 8.
- GUIMARÃES, Reinaldo – *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 1); nº 109, p. 72.
- *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 2); nº 110, p. 96.
- IVANISSEVICH, Alicia – Tratamento de esgoto com oxigênio minimiza impacto ambiental (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 10.
- IVO, Pedro – Lígia Queiroz Matias. Orquídea ameaçada; nº 111, p. 14.
- JARDIM, Wilson de Figueiredo – *et alii*. Energia solar no combate à poluição (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 4.
- JARED, Carlos – *et alii*. Aranhas venenosas no Brasil; nº 114, p. 48.
- KAWALL, Nelson – *et alii*. Usando técnicas de DNA para preservar aves em extinção; nº 111, p. 30.
- KJERFVE, Björn – Um presente para Newton; nº 111, p. 6.
- KONDER, Leandro – Os valores da igualdade e da liberdade (resenha de *Direita e esquerda* de Norberto Bobbio); nº 111, p. 16.
- LACERDA, Luiz Drude de – Carlos Frederico de Meneses. O Mercúrio e a contaminação de reservatórios no Brasil; nº 110, p. 34.
- Conservação e manejo de Águas Interiores (resenha de *Acta Limnologica Brasiliensis*, vol. 5); nº 110, p. 18.
- LAMPREIA, Luiz Felipe – A diplomacia e a luta contra a discriminação; nº 109, p. 38.
- LASKAR, Jacques – A Lua e a origem do homem; nº 109, p. 14.
- LAVORENTI, Abel – Sérgio Luiz G. Nogueira Filho. Criação do caititu e do queixada em cativeiro; nº 114, p. 6.
- LEITE, Yonne – A vez do índio (resenha de *Índios no Brasil* de Luís Donisete Benzi Grupioni e *A temática indígena na escola – novos subsídios para professores de 1º e 2º graus*, de Aracy Lopes da Silva e Luís Donisete Benzi Grupioni); nº 111, p. 18.
- LENT, Roberto – Tiroteio nas neurociências; nº 109, p. 6.
- O sexo do cérebro; nº 113, p. 13.
- LIMA, Tania Andrade – A antiguidade do homem pré-histórico no Piauí: novas críticas; nº 114, p. 13.
- LONDRES, Helena – Academia de Ciência; nº 109, p. 69.
- Luisa Massarani. Mestre Athaide restaurado (*in* Encarte Tecnologia); nº 112, p. 11.
- LOPES, José Leite. O Brasil na caça ao quark top; nº 113, p. 43.
- LOURENÇO, Ricardo – *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 1); nº 109, p. 72.
- *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 2); nº 110, p. 96.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme – Águas no Brasil: aspectos legais; nº 110, p. 61.
- MAIA-BARBOSA, Paulina – *et alii*. Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água; nº 110, p. 16.
- MAGALHÃES, Álvaro – Pioneiros no Brasil; nº 114, p. 37.
- MALYKH, Vladislav – 50 anos depois, a crise do totalitarismo; nº 109, p. 45.
- MANSO, Carlos Alberto – Água em interiores planetários; nº 110, p. 10.
- MARMORI, Margareth – A vez das hidrovias; nº 110, p. 85.
- S.O.S. pirá-brasília; nº 111, p. 52.
- SBPC repete sucesso (cobertura da Reunião Especial da SBPC); nº 111, p. 57.
- Índios Ofaié lutam para sobreviver (Reunião Especial da SBPC); nº 111, p. 58.
- Menos água no pantanal (Reunião Especial da SBPC); nº 111, p. 59.
- Peixes antipoluição; nº 112, p. 54.
- Multiplicando sementes (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 2.
- Biotecnologia segura; nº 113, p. 53.
- MARTIN, Jean-Marie – Patricia F. Moreira Turcq. Novo instrumento para a pesquisa oceanográfica; nº 110, p. 13.
- MARTINS, Geraldo M. – *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 1); nº 109, p. 72.
- *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 2); nº 110, p. 96.
- MASSARANI, Luisa – *et alii*. Inglês avalia C&T (entrevista com Tom Blundell); nº 109, p. 10.
- Contra a doença de Chagas; nº 111, p. 51.
- Helena Londres. Mestre Athaide restaurado (*in* Encarte Tecnologia); nº 112, p. 11.
- Vinte anos no gelo; nº 114, p. 56.
- MATIAS, Lígia Queiroz – Pedro Ivo. Orquídea ameaçada; nº 111, p. 14.
- MATOS, José Ronaldo Rosa – A água que corta (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 8.
- MENCK, Carlos Frederico Martins – *et alii*. Usando técnicas de DNA para preservar aves em extinção; nº 111, p. 30.
- MENESES, Carlos Frederico de – Luiz Drude de Lacerda. O Mercúrio e a contaminação de reservatórios no Brasil; nº 110, p. 34.
- MIYAKI, Cristina Yumi – *et alii*. Usando técnicas de DNA para preservar aves em extinção; nº 111, p. 30.
- MINGOTTI, Sueli – *et alii*. Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água; nº 110, p. 16.
- MIRANDA, Luiz Roberto Martins de – Ferrugens protetoras (*in* Encarte Tecnologia); nº 112, p. 2.
- MONSERRAT FILHO, José – Mudar os cursos de engenharia; nº 112, p. 51.
- MOREIRA, Maria Cristina do Amaral – Ciência na escola, por Maria Cristina de Amaral Moreira; nº 114, p. 45.
- MOTA, Ivan – *et alii*. Aranhas venenosas no Brasil; nº 114, p. 48.
- MOURA NETO, Vivaldo – AIDS: A história de uma doença (resenha de *Vírus e Homens. AIDS: seus mecanismos e tratamentos* de Luc Montagnier); nº 113, p. 8.
- MUNIZ, Marise – Meningite atenuada; nº 109, p. 68.
- Dividindo a conta do rio Doce; nº 110, p. 80.
- A água prometida; nº 110, p. 84.
- Intercâmbio astronômico; nº 114, p. 54.
- De volta ao Terciário; nº 114, p. 58.
- NOGUEIRA, Paulo Cesar Koch – Água. O solvente do organismo humano; nº 110, p. 46.
- NOGUEIRA, Raquel F. P. – *et alii*. Energia solar no combate à poluição (*in* Encarte Tecnologia); nº 110, p. 4.
- NOGUEIRA FILHO, Sérgio Luiz G. – Abel Lavorenti. Criação do caititu e do queixada em cativeiro; nº 114, p. 6.
- NUSSENZVEIG, Micheline – *et alii*. Inglês avalia C&T (entrevista com Tom Blundell); nº 109, p. 10.
- *et alii*. Modéstia, ciência e sabedoria (entrevista com Cesar Lattes); nº 112, p. 10.
- OLIVA, Glaucius – *et alii*. Inglês avalia C&T (entrevista com Tom Blundell); nº 109, p. 10.
- OLIVEIRA, Luís Roberto Cardoso de – Quando fazer é refletir. Sobre a importância do ensino de filosofia na formação do antropólogo; nº 113, p. 46.
- PAIVA, Geraldo José de – Ciência e Religião na Academia; nº 112, p. 36.
- PEDRALI, Gilberto – Competição na natureza; nº 110, p. 12.
- PEREIRA, Renato Crespo – Bernardo Antônio Perez da Gama. Produtos não-poluentes contra a incrustação; nº 114, p. 16.
- PERES, Carlos – O porte dos vertebrados arbóreos; nº 109, p. 56.
- PERINI, Mario A. – Karl Verner, detetive; nº 112, p. 32.
- PETRERE Jr., Miguel – A Pesca de água doce no Brasil; nº 110, p. 28.
- PINTO, Sérgio Murillo – As origens do movimento tenentista (resenha de *Os militares e a reação republicana: as origens do tenentismo* de Anita Leocádia Pres-tes); nº 113, p. 9.
- PIRES, Izabela – Bonsai no Nordeste; nº 109, p. 64.
- Cajueiro precoce; nº 111, p. 55.
- Líquens inibem tumores; nº 112, p. 58.
- PIRES, José Salatiel Rodrigues – José Eduardo dos Santos. Bacias Hidrográficas. Integração entre meio ambiente e desenvolvimento; nº 110, p. 40.
- POVOLERI, Lérida Maria Lago – Clician do Couto. O porto do Rio de Janeiro em 1930 e 1990: dois conceitos de modernidade; nº 114, p. 26.
- PRANDO, Adilson – O ponto de vista médico; nº 114, p. 40.
- PRUDENTE, Ricardo – *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 1); nº 109, p. 72.
- *et alii*. A Pesquisa no Brasil (Parte 2); nº 110, p. 96.

- RAMOS, Monica Parente – *et alii*. Informática na medicina: recurso aos Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde; nº 111, p. 24.
- RANCY, Alceu – Mergulho no tempo (resenha do livro *Tempo Passado – mamíferos do pleistoceno em Minas Gerais* de Cástor Cartelle); nº 114, p. 10.
- RIBEIRO, Duperron Marangon – Corrosão em navios controlada por computador (*in* Encarte Tecnologia); nº 114, p. 1.
- SANTORO, Alberto – *et alii*. Do elétron ao quark *top*: como ver uma partícula elementar; nº 113, p. 34.
- SANTOS, Carlos Alberto dos – Raios X: descoberta casual ou criterioso experimento; nº 114, p. 32.
- SANTOS, José Eduardo dos – José Salatiel Rodrigues Pires. Bacias Hidrográficas. Integração entre meio ambiente e desenvolvimento; nº 110, p. 40.
- SANTOS, Mairy B. L. dos – *et alii*. Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água; nº 110, p. 16.
- SEYFERTH, Giralda – Racismo e identidade nacional: paradoxos e utopias; nº 109, p. 41.
- SHEPHERD, Simone Liliane Kirszenzaft – O jardim secreto das plantas; nº 109, p. 59.
- SIGULEM, Daniel – *et alii*. Informática na medicina: recurso aos Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde; nº 111, p. 24.
- SILVA, Francisco Carlos Teixeira da – Alice Helga Werner. Fascismo: uma questão atual?; nº 109, p. 51.
- *et alii*. Direita e esquerda: o novo livro de Norberto Bobbio (resenha de *Direita e esquerda* de Norberto Bobbio); nº 111, p. 16.
- Bósnia: Uma guerra entre irmãos; nº 112, p. 46.
- SMAILI, Soraya – *et alii*. Qual o destino dos pós-graduandos em biomédicas?; nº 111, p. 20.
- SOUZA, Moacyr Henrique Gomes. *et alii* – Do elétron ao quark *top*: como ver uma partícula elementar; nº 113, p. 34.
- TARGINO, Harrison – *et alii*. Qual o destino dos pós-graduandos em biomédicas?; nº 111, p. 20.
- TURCQ, Patricia F. Moreira – Jean-Marie Martin. Novo instrumento para a pesquisa oceanográfica; nº 110, p. 13.
- VIEIRA, Cássio Leite – Ebola à brasileira; nº 111, p. 44.
- *et alii*. Modéstia, ciência e sabedoria (entrevista com Cesar Lattes); nº 112, p. 10.
- VIEIRA, Liszt – A família entre o moderno e o pós-moderno (resenha do livro *Flexíveis e Plurais* de Jeni Vaitsman); nº 114, p. 11.
- VIZENTINI, Paulo G. Fagundes – A Segunda Guerra Mundial (1939-1945); nº 109, p. 36.
- As razões de Hiroshima e Nagasaki; nº 111, p. 40.
- WAJNTAL, Anita – *et alii*. Usando técnicas de DNA para preservar aves em extinção; nº 111, p. 30.
- WALTZ, Marianna – Incubadoras: infra-estrutura para microempresas (*in* Encarte Tecnologia); nº 112, p. 14.
- WERNER, Alice Helga – Francisco Carlos Teixeira da Silva. Fascismo: uma questão atual?; nº 109, p. 51.
- ZORZETTO – *et alii*. Inglês avalia C&T (entrevista com Tom Blundell); nº 109, p. 10.
- Cerco à hemofilia; nº 109, p. 66.
- Reserva estratégica de sangue; nº 113, p. 58.
- Sal irregular; nº 114, p. 53.
- Reservatórios urbanos para controle de enchentes: uma opção controversa (*in* Encarte Tecnologia); nº 114, p. 10.
- Prando; nº 114, p. 40.
- Porto do Rio de Janeiro em 1930 e 1990: dois conceitos de modernidade, por Lérica Maria Lago Polvoleri e Clician do Couto, O; nº 114, p. 26.
- Produtos não-poluentes contra a incrustação, por Bernardo Antônio Perez da Gama e Renato Crespo Pereira; nº 114, p. 16.
- Raios X: descoberta casual ou criterioso experimento, por Carlos Alberto dos Santos; nº 114, p. 32.
- Razões de Hiroshima e Nagasaki, As, por Paulo G. F. Vizentini; nº 111, p. 40.
- Usando técnicas de DNA para preservar aves em extinção, por Anita Wajntal, Cristina Yumi Miyaky, Carlos Frederico Martins Menck e Nelson Kwall; nº 111, p. 30.

TÍTULO/ARTIGOS

- Água. O solvente do organismo humano, por Paulo Cesar Koch Nogueira; nº 110, p. 46.
- Bacias Hidrográficas. Integração entre meio ambiente e desenvolvimento, por José Salatiel Rodrigues Pires e José Eduardo dos Santos; nº 110, p. 40.
- Brasil na caça ao quark *top*, O, por José Leite Lopes; nº 113, p. 43.
- Ciência e Religião na Academia, por Geraldo José de Paiva; nº 112, p. 36.
- Do elétron ao quark *top*: como ver uma partícula elementar, por Gilvan Augusto Alves, Alberto Santoro e Moacyr Henrique Gomes e Souza; nº 113, p. 34.
- Eugenia e Racismo: quando a cidadania entra em cena?, por Nelio Marco Vincenzo Bizzo; nº 109, p. 26.
- Geleiras no Brasil: os parques glaciais de Salto e Itu (SP), por Fernando Flávio Marques de Almeida e Celso Dal Ré Carneiro; nº 112, p. 24.
- Informática na medicina: recurso aos Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde, por Monica Parente Ramos, Meide Silva Anção e Daniel Sigulem; nº 111, p. 24.
- Karl Verner, detetive, por Mario A. Perini; nº 112, p. 32.
- Lua e a origem do homem, A, por Jacques Laskar; nº 109, p. 14.
- Mercosul. Mercado comum de energia?, por Sinclair Mallet-Guy Guerra e Mauro Donizeti Berni; nº 110, p. 22.
- Mercurio e a contaminação de reservatórios no Brasil, O, por Luiz Drude de Lacerda e Carlos Frederico de Meneses; nº 110, p. 34.
- Pesca de água doce no Brasil, A, por Miguel Petrere Jr.; nº 110, p. 28.
- Pioneiros no Brasil, por Álvaro Magalhães; nº 114, p. 37.
- Ponto de vista médico, O, por Adilson

SEÇÕES

- 50 anos depois, a crise do totalitarismo, por Vladislav Malykh; nº 109, p. 45.
- Academia de Ciência, por Helena Londres; nº 109, p. 69.
- AIDS: A história de uma doença (resenha de *Vírus e Homens. AIDS: seus mecanismos e tratamentos* de Luc Montagnier), por Vivaldo Moura Neto; nº 113, p. 8.
- Água oculta, A, por Jorge Costa; nº 110, p. 87.
- Água prometida, A, por Marise Muniz; nº 110, p. 84.
- Água que corta, A, (*in* Encarte Tecnologia), por José Ronaldo Rosa Matos; nº 110, p. 8.
- Água em interiores planetários, por Carlos Alberto Manso; nº 110, p. 10.
- Águas no Brasil: aspectos legais, por Paulo Affonso Leme Machado; nº 110, p. 61.
- Águas subterrâneas em São Paulo, por Vera Rita Costa; nº 110, p. 90.
- Antídoto para veneno de lagarta, por Itamar Cavalcante; nº 112, p. 56.
- Antiguidade do homem pré-histórico no Piauí: novas críticas, A, por Tania Andrade Lima; nº 114, p. 13.
- Aranhas venenosas no Brasil, por Kátia Cristina Barbaro, Carlos Jared e Ivan Mota; nº 114, p. 48.
- Avaliação e perspectivas, por Alberto de Carvalho P. de Azevedo; nº 113, p. 63.
- Biotecnologia segura, por Margareth Mar-mori; nº 113, p. 53.
- Bonsai no Nordeste, por Izabela Pires; nº 109, p. 64.
- Bósnia: uma guerra entre irmãos, por Francisco Carlos Teixeira da Silva; nº 112, p. 46.
- Cajueiro precoce, por Izabela Pires; nº 111, p. 55.
- Cesar Lattes: modéstia, ciência e sabedoria (entrevista com Cesar Lattes), por Mi-

- cheline Nussenzweig, Cássio Leite Vieira e Fernando de Souza Barros; nº 112, p. 10.
- Cerco à hemofilia, por Ricardo Zorzetto; nº 109, p. 66.
- Ciência na escola, por Maria Cristina de Amaral Moreira; nº 114, p. 45.
- Ciência para todos, por Roberto Barros de Carvalho; nº 113, p. 50.
- Choque anestésico, por Jorge Costa; nº 111, p. 53.
- Competição na natureza, por Gilberto Pedralli; nº 110, p. 12.
- Condensação de Bose-Einstein, A, por Vanderlei Salvador Bagnato; nº 111, p. 10.
- Contra a doença de Chagas, por Luisa Massarani; nº 111, p. 51.
- Controle da vespa-da-madeira, por Marco Antonio Diodato; nº 113, p. 21.
- Corrosão em navios controlada por computador (*in* Encarte Tecnologia), por Duperron Marangon Ribeiro; nº 114, p. 1.
- Criação do caixiti e do queixada em cativeiro, por Sérgio Luiz G. Nogueira Filho e Abel Lavorenti; nº 114, p. 6.
- De volta ao Terciário, por Marise Muniz; nº 114, p. 58.
- Diplomacia e a luta contra a discriminação, A, por Luiz Felipe Lampreia; nº 109, p. 38.
- Dividindo a conta do rio Doce, por Marise Muniz; nº 110, p. 80.
- Ebola à brasileira, por Cássio Leite Vieira; nº 111, p. 44.
- Energia solar no combate à poluição (*in* Encarte Tecnologia), por Wilson de Figueiredo Jardim, Rosana M. Alberici e Raquel F. P. Nogueira; nº 110, p. 4.
- Erva-mate e chimarrão, por Alfredo Gul Ferreira; nº 111, p. 47.
- Fábricas brasileiras de soros e vacinas (*in* Encarte Tecnologia), por Vera Rita Costa; nº 114, p. 4.
- Falta uma política nacional de águas (debate); nº 110, p. 52.
- Família entre o moderno e o pós-moderno (resenha do livro *Flexíveis e Plurais* de Jeni Vaitsman), A, por Liszt Vieira; nº 114, p. 11.
- Fascismo: uma questão atual?, por Alice Helga Werner e Francisco Carlos Teixeira da Silva; nº 109, p. 51.
- Ferrugens protetoras (*in* Encarte Tecnologia), por Luiz Roberto Martins de Miranda; nº 112, p. 1.
- Formigas nos hospitais, por Harold Fowler, Francisco Anaruma Filho e Odair C. Bueno; nº 111, p. 12.
- Gás carbônico em irrigação: tecnologia de ponta para aumentar a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas (*in* Encarte Tecnologia), por Pedro Loureiro Durão e Alexandre C. Galvão; nº 110, p. 12.
- Golpe de misericórdia, por Itamar Cavalcan-
- te; nº 113, p. 54.
- Guerra aos carrapatos, por Jorge Costa; nº 109, p. 67.
- Hormônio do emagrecimento, por Cláudio Csillag; nº 114, p. 59.
- Incubadoras: infra-estrutura para microempresas (*in* Encarte Tecnologia), por Marianna Waltz; nº 112, p. 14.
- Índios Ofaié lutam para sobreviver (cobertura da Reunião Especial da SBPC), por Margareth Marmori; nº 111, p. 58.
- Inglês avalia C&T (entrevista com Tom Blundell), por Glaucius Oliva, Luisa Massarani, Micheline Nussenzweig e Ricardo Zorzetto; nº 109, p. 10.
- Integração da era molecular à histologia clássica, por Adriana Bonomo; nº 112, p. 6.
- Intercâmbio astronômico, por Marise Muniz; nº 114, p. 54.
- Jardim secreto das plantas, O, por Simone Liliane Kirszenzhaft Shepherd; nº 109, p. 59.
- Lagoas costeiras de Macaé, por Francisco de Assis Esteves; nº 110, p. 75.
- Líquens inibem tumores, por Isabela Pires; nº 112, p. 58.
- Menos água no pantanal (Reunião Especial da SBPC), por Margareth Marmori; nº 111, p. 59.
- Mestre Athaíde restaurado (*in* Encarte Tecnologia), por Luisa Massarani e Helena Londres; nº 112, p. 11.
- Meningite atenuada, por Marise Muniz; nº 109, p. 68.
- Mergulho no tempo (resenha do livro *Tempo Passado – mamíferos do pleistoceno em Minas Gerais* de Cástor Cartelle), por Alceu Rancy; nº 114, p. 10.
- Mudar os cursos de engenharia, por José Monserrat Filho; nº 112, p. 51.
- Multiplicando sementes (*in* Encarte Tecnologia), por Margareth Marmori; nº 110, p. 2.
- Nadando de braçada, por Roberto Barros de Carvalho; nº 110, p. 82.
- Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água, por Francisco Barbosa, Paulina Maia-Barbosa, Mairy B. L. dos Santos, Sueli Mingotti e Valéria de Aquino; nº 110, p. 16.
- Novo instrumento para a pesquisa oceanográfica, por Patrícia F. Moreira Turcq e Jean-Marie Martin; nº 110, p. 13.
- Origens do movimento tenentista, As (resenha de *Os militares e a reação republicana: as origens do tenentismo* de Anita Leocádia Prestes), por Sérgio Murillo Pinto; nº 113, p. 9.
- Orquídea ameaçada, por Lígia Queiroz Matias e Pedro Ivo; nº 111, p.14.
- Patrimônio natural ameaçado, Um, por Lisia Vanacôr Barroso e Marcelo Corrêa Bernardes; nº 110, p. 70.
- Peixes antipoluição, por Margareth Marmori; nº 112, p. 54.
- Pesquisa no Brasil (Parte 1), A, por Reinaldo Guimarães, Gerson Galvão, Geraldo M. Martins, Ricardo Lourenço e Ricardo Prudente; nº 109, p. 72.
- Pesquisa no Brasil (Parte 2), A, por Reinaldo Guimarães, Gerson Galvão, Geraldo M. Martins, Ricardo Lourenço e Ricardo Prudente; nº 110, p. 96.
- Porte dos vertebrados arbóreos, O, por Carlos Peres; nº 109, p. 56.
- Por que testar vacinas contra AIDS no Brasil?, por Carlos Alberto Morais de Sá; nº 113, p. 72.
- Postos ecológicos, por Rafael Gomez; nº 113, p. 53.
- Qual o destino dos pós-graduandos em biomédicas?, por Soraya Smaili, Maria Christina Werneck Avellar, Harrison Targino e Afonso Celso Dias Bairy; nº 111, p. 20.
- Quando fazer é refletir. Sobre a importância do ensino de filosofia na formação do antropólogo, por Luís Roberto Cardoso de Oliveira; nº 113, p. 46.
- Quem desmata a Amazônia: os pobres ou os ricos?, Phillip M. Fearnside; nº 113, p. 26.
- Racismo e identidade nacional: paradoxos e utopias, por Giralda Seyferth; nº 109, p. 41.
- Reserva estratégica de sangue, por Ricardo Zorzetto; nº 113, p. 58.
- Reservatórios urbanos para controle de enchentes: uma opção controvertida (*in* Encarte Tecnologia), por Ricardo Zorzetto; nº 114, p. 10.
- Sal irregular, por Ricardo Zorzetto; nº 114, p. 53.
- SBPC repete sucesso (Reunião Especial da SBPC), por Margareth Marmori; nº 111, p. 57.
- Segunda Guerra Mundial (1939-1945), A, por Paulo G. Fagundes Vizentini; nº 109, p. 36.
- Sexo do cérebro, O, por Roberto Lent; nº 113, p. 13.
- S.O.S. pirá-brasil, por Margareth Marmori; nº 111, p. 52.
- Tecnologia para água doce (*in* Encarte Tecnologia), por Vera Rita Costa; nº 114, p. 9.
- Tiroteio nas neurociências, por Roberto Lent; nº 109, p. 6.
- Tratamento de esgoto com oxigênio minimiza impacto ambiental (*in* Encarte Tecnologia), por Alicia Ivanissevich; nº 110, p. 10.
- Presente para Newton, Um, por Björn Kjerfve; nº 111, p. 6.
- Unidades de conservação em Roraima, por Reinaldo Imbroizo Barbosa; nº 113, p. 59.
- Universidade e mundo do trabalho: um desafio, por Antonio David Cattani; nº 114, p. 42.

USP declara guerra ao lixo, por Vera Rita Costa; nº 111, p. 56.

Utopia para o Brasil, Uma, (entrevista com Darcy Ribeiro), por Roberto Barros de Carvalho; nº 113, p. 15.

Veç das hidrovias, A, por Margareth Marmorì; nº 110, p. 85.

Vilão eucalipto derruba tabus (*in* Encarte Tecnologia), O, por Itamar Cavalcante; nº 112, p. 5.

Vinte anos no gelo, por Luisa Massarani; nº 114, p. 56.

Zonamento hidrogeológico, por Ana Rita Araújo; nº 110, p. 86.

PERFIL E ENTREVISTA

Tom Blundell: Inglês avalia C&T, por Gláucius Oliva, Luisa Massarani, Micheline Nussenzveig e Ricardo Zorzetto; nº 109, p. 10.

Cesar Lattes: Modéstia, ciência e sabedoria, por Micheline Nussenzveig, Cássio Leite Vieira e Fernando de Souza Barros; nº 112, p. 10.

Darcy Ribeiro: Uma utopia para o Brasil, por Roberto Barros de Carvalho; nº 113, p. 15.

EDITORIAL

O SABE é apenas o começo; nº 109, p. 1.

O Brasil e sua liquidez; nº 110, p. 1.

A Internet comercial ou a crise de identidade do MCT; nº 111, p. 1.

O crime de Hiroshima; nº 112, p. 1.

Florestan Fernandes; nº 113, p. 1.

Democracia e Lei de Imprensa; nº 114, p. 1.

RESENHA

Acta Limnologica Brasiliensia. Workshop: Brazilian Programme on Conservation and Management of Inland Waters, vol. 5, da Fundação Biodiversitas-Sociedade Brasileira de Limnologia, por Luiz Drude de Lacerda; nº 110, p. 18.

A mecânica das águas de E. L. Doctorow, por Jesus de Paula Assis; nº 110, p. 19.

Direita e esquerda: razões e significados de uma distinção política de Norberto Bobbio, por Francisco Carlos Teixeira da Silva, Leandro Konder e Luís Fernandes; nº 111, p. 16.

Índios no Brasil de Luís Donisete Benzi Grupioni e *A temática indígena na escola*

– Novos subsídios para professores de 1º e 2º graus de Aracy Lopes da Silva e Luís Donisete Benzi Grupioni, por Yonne Leite; nº 111, p. 18.

Razão e diferença: afetividade, racionalidade e relativismo no pensamento de Lévy-Bruhl de Marcio Goldman, por Patrícia Guimarães; nº 112, p. 8.

Os militares e a reação republicana: as origens do tenentismo de Anita Leocádia Prestes, por Sérgio Murillo Pinto; nº 113, p. 9.

Vírus e Homens. AIDS: seus mecanismos e tratamentos de Luc Montagnier, por Valvaldo Moura Neto; nº 113, p. 8.

Tempo passado – Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais de Cástor Cartelle, por Alceu Rancy; nº 114, p. 10

Flexíveis e Plurais de Jeni Vaitzman, por Liszt Vieira; nº 114, p. 11.

ENCARTES

Tecnologia nº 110.

Tecnologia nº 112.

Tecnologia nº 114.

CIÊNCIA HOJE
LEIA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

PERFIL

Carmem Portinho

NO SEU PRIMEIRO EMPREGO, O CHEFE MANDOU QUE SUBISSE NO TELHADO PARA FISCALIZAR UM PÁRA-RAIOS.

ELA NÃO HESITOU, POIS ERA APENAS MAIS UM DESAFIO PARA ESTA MULHER PIONEIRA, UMA DAS PRIMEIRAS A SE FORMAR EM ENGENHARIA NO BRASIL, RESPONSÁVEL PELA CONSTRUÇÃO DO MUSEU DE ARTE MODERNA (RJ). NO PERFIL, CARMEM CONTA COMO SE TORNOU UMA MILITANTE FEMINISTA E FALA DOS VINTE ANOS EM QUE DIRIGIU A ESCOLA SUPERIOR DE DESENHO INDUSTRIAL (ESDI).

e mais...

Artigos sobre o

Mal de Alzheimer,

uma doença ainda sem cura;

como Sobral entrou para a história da

teoria da relatividade

e os momentos cruciais do

regime militar brasileiro

em 1969, além de uma análise que desvincula

a violência urbana

da pobreza.

Publicada mensalmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Ennio Candotti (Instituto de Física/UFJR), Ronald Cintra Shellard (CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRRJ).

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UEERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Coordenação Executiva: Gilene Vieira.

Redação: Marília Mendes Pessoa (coordenação); Martha B. Neiva Moreira (auxiliar de redação); Maria Ignez Duque Estrada, Ricardo Menandro, Cássio Leite Vieira e Cláudio Csillag (edição de texto); Luiza Massarani (repórter); Micheline Nussenzveig (internacional); Helena Londres (Tecnologia); Teresa Cristina S. Coelho (secretária).

Educação de Arte: Claudia Fleury (direção de arte), Carlos Henrique Viviane dos Santos (programação visual), Luiz Baltar (computação gráfica), Irani Fuentes de Araújo (secretária).

Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System): Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física - UFRRJ/editor científico CH-BBS), Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica), Rodolfo Patrocínio dos Santos (expedição). Para acessar o BBS disque: (021) 295-6198 (24 horas).

Administração: Lindalva L. Gurfield (gerente), Maria Elisa da Costa Santos (assistente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Cathia Maria A. Leiras, Luiz Claudio de O. Tito, Neuza L. de S. Soares, Flávia Verônica de Souza.

Atendimento ao Assinante: Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 270-0548. Junia Pousa C. de Paiva, tel.: (021) 295-4846.

Circulação: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva. R. Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel.: (021) 270-0548.

Colaboraram neste número: Pedro M. Persechini (Instituto de Física/UFRRJ); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/Unifesp), Fernando Gallembek (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weyffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moysés Nussenzveig (Instituto de Física/UFRRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Osvaldo Porchat Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPPB), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado (coordenação científica), Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalismo), Marise de Souza Muniz (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel (coordenação científica) e Elza Pires - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax: (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel. e fax: (081) 453-2676.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (coordenação), Itamar Cavalcante (jornalista), Ricardo Zorzetto (estagiário), Fernando

E. Costa Pereira (auxiliar). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smali (Unifesp). USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefax: (011) 818-4192/814-6656.

Correspondentes: Porto Alegre: Ludwig Backup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan (Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas), CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633, r. 184. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho (Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba), Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciência Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824 / 962-1330.

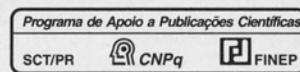
Assinatura para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea).

Assinatura para o Brasil (11 números): R\$ 60,00.

Fotolito: Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A. **ISSN-0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Publicidade: Rio de Janeiro: Yeda Mary Marcanth (contato), tel.: (021) 295-4846, fax: (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780. **Nordeste:** Rudiger Ludemann, telefax: (071) 876-1079.



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 francaçada 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 Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-).

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou 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 Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: **AC** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69900-900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/nº, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 223-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winston Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria

Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus Universitário da Federação, CEP 40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novaes); **CE** - UFCE/Campus do Pici, CEP 60000-000 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 223-7012 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFPR, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 273-1029 (Tarcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 325-1711, r. 425, fax: (027) 335-2337; **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, Caixa Postal, 1331, CEP 86001 - Londrina, PR, tel.: (0432) 26-1525 r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luiz, MA, tel.: (098) 221-1354 (Maria Marlúcia Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077 r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte/UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UFPPB, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000, r. 342/412, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Departamento de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359 (Sérgio Machado Rezende); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1211, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Frota); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPElotas, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus Araújo); **PR** - Departamento de Biologia

Celular e Genética/UFPR, Av Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tel.: (0442) 62-1478-26-2727, fax: (0442) 22-2754 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRRN, Caixa Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-9763, fax: (084) 231-9048/9740 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus José Ribeiro Filho, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9408 (Célio José Borges); **RS** - UFRGS, Av. Paulo Gama, 110, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 336-0055 r. 6762 (Abílio Baeta Neves); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0536) 32-9122, fax: (0536) 32-8510; **Santa Maria** (seccional) - UFSM, Rua Floriano Peixoto, 1750, sala 315, CEP 97060, Santa Maria, RS, tel.: (055) 221-5829 (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacéuticas/CIF/CCS/Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Cláudia Maria Oliveira Simões); **SE** - Departamento de Letras/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331, r. 355 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia/Instituto de Biociências/USP, Caixa Postal 11461, CEP 05499-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 64-4746 (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Genética/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 33-0011, r. 126 (Giancarlo Conde Xavier Oliveira); **SP** - (subárea II, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dértia Villalba Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/nº, km 5, CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219/220, fax: (0163) 22-4275 (Áureo Evangelista Santana).

A CIÊNCIA, MUITAS VEZES, INVERTE O RUMO DA HISTÓRIA

VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA



LEITURA

VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA

A TECNOLOGIA, MUITAS VEZES, INVERTE O RUMO DA HISTÓRIA

TECHNOLOGIA

ESTE SUPLEMENTO É PARTE INTEGRANTE DE CIÊNCIA HOJE NÚMERO 114 VOLUME 19 NÃO PODE SER VENDIDO SEPARADAMENTE

CIÊNCIA HOJE



O jeito brasileiro de fabricar vacinas

CORROSÃO EM NAVIOS CONTROLADA POR COMPUTADOR

DUPERRON MARANGON RIBEIRO
PROGRAMA DE ENGENHARIA
OCEÂNICA - COPPE,
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO.

1

FÁBRICAS BRASILEIRAS DE SOROS E VACINAS

VERA RITA COSTA
CIÊNCIA HOJE, SÃO PAULO.

4

TECNOLOGIA PARA ÁGUA DOCE

VERA RITA COSTA
CIÊNCIA HOJE/SÃO PAULO.

9

RESERVATÓRIOS URBANOS PARA CONTROLE DE ENCHENTES:

UMA OPÇÃO CONTROVERTIDA

RICARDO ZORZETTO
CIÊNCIA HOJE, SÃO PAULO.

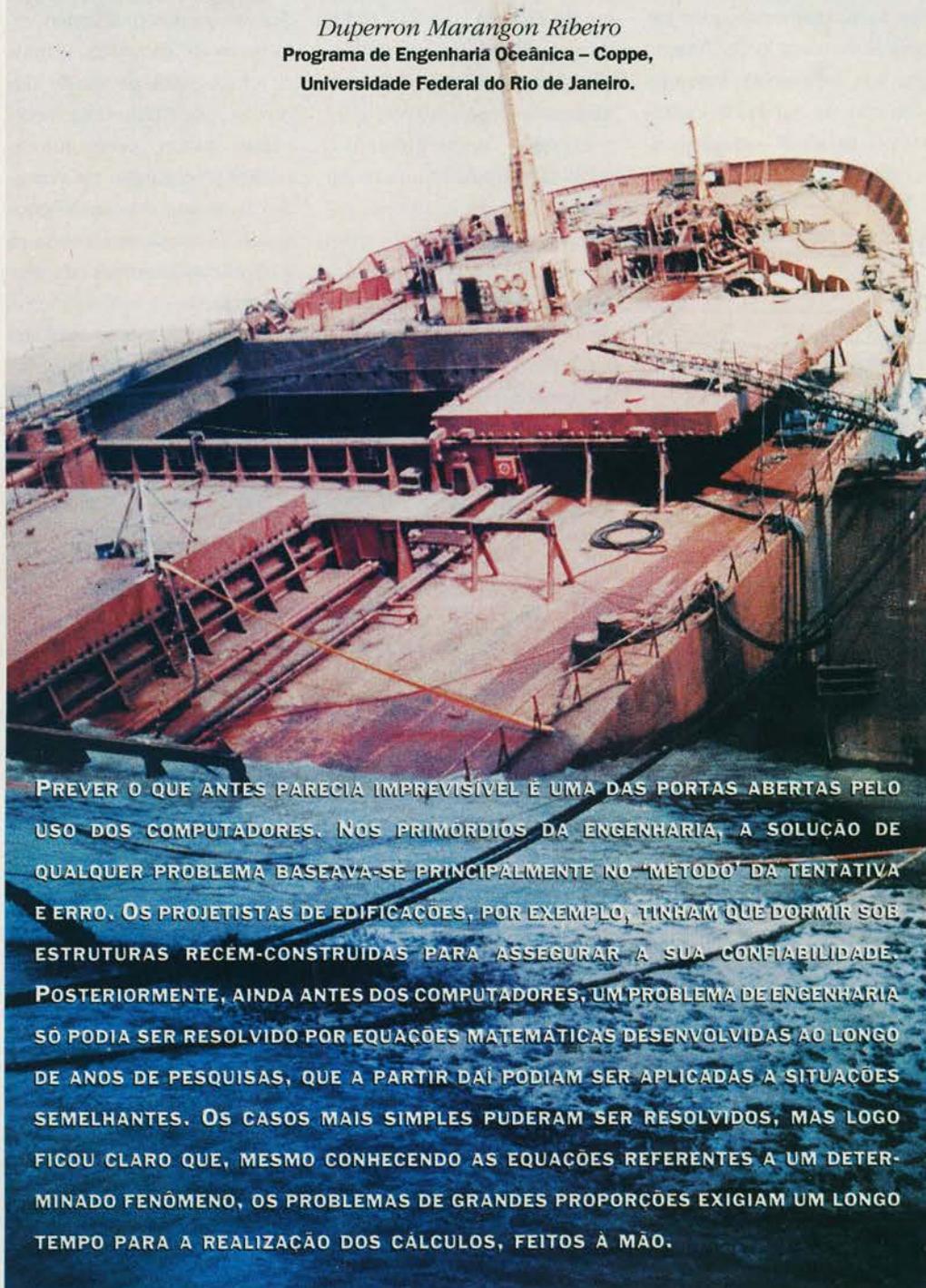
10

EXPEDIENTE

EDITOR CIENTÍFICO: GIULIO MASSARANI;
COORDENAÇÃO: HELENA LONDRES;
EDIÇÃO DE TEXTO: MARIA IGNEZ DUQUE-
ESTRADA

CORROSÃO EM NAVIOS CONTROLADA POR COMPUTADOR

Duperron Marangon Ribeiro
Programa de Engenharia Oceânica - Coppe,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



PREVER O QUE ANTES PARECIA IMPREVISÍVEL É UMA DAS PORTAS ABERTAS PELO USO DOS COMPUTADORES. NOS PRIMÓDIOS DA ENGENHARIA, A SOLUÇÃO DE QUALQUER PROBLEMA BASEAVA-SE PRINCIPALMENTE NO 'MÉTODO' DA TENTATIVA E ERRO. OS PROJETISTAS DE EDIFICAÇÕES, POR EXEMPLO, TINHAM QUE DORMIR SOB ESTRUTURAS RECENTE-CONSTRUIDAS PARA ASSEGURAR A SUA CONFIABILIDADE. POSTERIORMENTE, AINDA ANTES DOS COMPUTADORES, UM PROBLEMA DE ENGENHARIA SÓ PODIA SER RESOLVIDO POR EQUAÇÕES MATEMÁTICAS DESENVOLVIDAS AO LONGO DE ANOS DE PESQUISAS, QUE A PARTIR DAÍ PODIAM SER APLICADAS A SITUAÇÕES SEMELHANTES. OS CASOS MAIS SIMPLES PUDERAM SER RESOLVIDOS, MAS LOGO FICOU CLARO QUE, MESMO CONHECENDO AS EQUAÇÕES REFERENTES A UM DETERMINADO FENÔMENO, OS PROBLEMAS DE GRANDES PROPORÇÕES EXIGIAM UM LONGO TEMPO PARA A REALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS, FEITOS À MÃO.

Essa veio a ser a primeira grande tarefa do computador: efetuar cálculos repetitivos com rapidez. Hoje, o desafio é solucionar problemas que, em função de sua complexidade, ainda não têm suas equações conhecidas. É como se a equação $F = m.a$, por exemplo, não fosse conhecida, mas experiências com o fenômeno que ela representa mostrassem que as variáveis envolvidas – m , a e F – se comportavam da seguinte forma:

Experimento	m	a	F
1	2	3	6
2	2	4	8
3	2	5	10
4	3	4	12
5	4	4	16
6	5	4	20
n	10	9	90

Hoje é possível treinar o computador para, mesmo sem conhecer a equação $F = m.a$, fornecer resultados corretos para F quando introduzimos m e a , mesmo no caso de valores que não constem da tabela. No exemplo, esse tipo de solução parece elementar, mas para eliminar essa impressão basta imaginar, ao invés de apenas m e a , a presença de 10, ou 20, ou um número maior de variáveis.

O processo de corrosão em cascos de navios é um desses fenômenos complexos, influenciado por diferentes fatores (figura 1). As tensões atuantes no aço e nas estruturas construídas com este, a temperatura, o meio em que se encontram, o tipo de tinta e outras proteções utilizadas, a qualidade de fa-

bricação desse aço e o tempo de permanência em contato com o meio agressivo são apenas algumas das variáveis envolvidas.

Prever a evolução da corrosão a partir do processo fractal que a representa a nível microscópico equivale a tentar prever a taxa de crescimento de uma pessoa a partir da velocidade de multiplicação de suas células. Se o que interessa – continuando com o exemplo do crescimento – é fabricar sapatos que calcem bem, então só é preciso conhecer o tamanho dos pés. Todos sabem, por exemplo, que, de acordo com a idade da criança, um determinado tamanho de sapato será mais adequado. Embora fique um pouco apertado para uma ou

um pouco largo para outra, é uma solução boa. Usando o mesmo raciocínio para a corrosão de navios, é possível prever sua evolução.

O envelhecimento da frota mundial e a crescente importância da proteção ambiental tornou essencial controlar melhor a manutenção dos navios. Os problemas estruturais de navios com mais de cinco anos de idade de vem-se, principalmente, à corrosão. Assim, conseguindo avaliar a evolução da corrosão no tempo, é possível controlar de modo mais seguro a condição estrutural da embarcação.

Os navios são as maiores estruturas de aço construídas pelo homem. Acompanhar seu estado de conservação e

definir precisamente o volume necessário de reparos é uma tarefa complexa e demorada. A única opção possível para executar essa tarefa em tempo hábil e com a precisão desejada, portanto, é o computador. Feito da forma tradicional, com vistorias e exames localizados, esse controle pode ter consequências indesejáveis: com frequência, os navios vão para o estaleiro com uma previsão quanto à substituição de chapas e, ao final do trabalho, a reforma supera muito o volume previsto. Para evitar esse tipo de surpresa, uma equipe da Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, desenvolveu um programa de computador que acompanha e prevê a corrosão em navios (figura 2), já implantado pela Petrobrás para monitorar sua frota.

No programa da Coppe, os cascos dos navios são introduzidos no sistema através de uma mesa digitalizadora, que transfere o desenho das estruturas externas e internas para a memória do computador. Todas as informações pertinentes à análise (ou seja, as variáveis do processo de corrosão, como as medições por ultra-som da espessura das chapas, as análises de fraturas, fotografias (figura 3), relatórios de vistorias e outras, obtidas a bordo) também são armazenadas.

Alimentado com esses dados, o programa simula a condição estrutural do casco em qualquer data futura, e pode ainda rever o processo



FIGURA 1. CORROSÃO UNIFORME NA PAREDE DO PORÃO DE UM NAVIO GRANELEIRO.

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

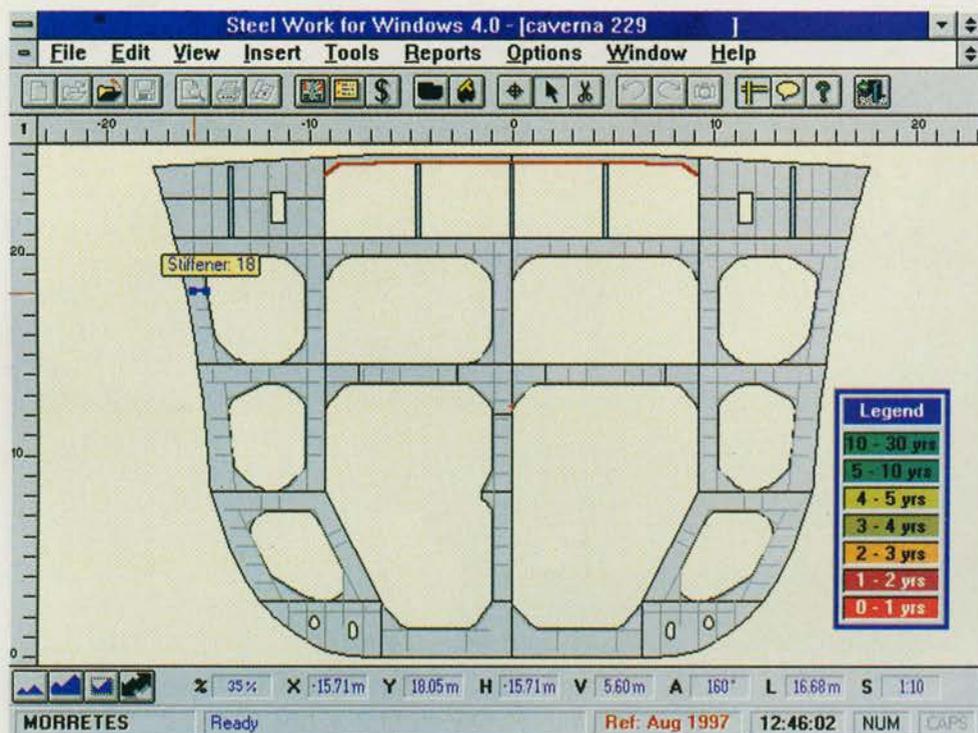


FIGURA 2. TELA DO PROGRAMA CRIADO PELA COPPE/UFRJ, MOSTRANDO A CAVERNA (ESPAÇO INTERNO NOS PORÕES) DE UM NAVIO.



FIGURA 3. CORROSÃO EM FORMA DE ALVÉOLO, COMUM NO FUNDO DE NAVIOS PETROLEIROS.

já ocorrido. A avaliação, o delineamento dos problemas e o acompanhamento da manutenção e do reparo são efetuados automaticamente. A rapidez na execução do processo permite simular múltiplas possibilidades de conserto e manutenção, visando aumentar a segurança e reduzir os custos. A previsão orçamentária das empresas torna-se menos suscetível a alterações durante as obras de reparo.

A interface com o usuário tem sido um dos principais avanços nas linguagens de computador de última geração, e o programa de controle da corrosão, desenvolvido com tais linguagens, oferece recursos bastante 'amigáveis' e intuitivos, o que facilita e incentiva seu uso. Foram acrescentados diversos recur-

sos adicionais, para fazer do programa a única ferramenta necessária para armazenamento de informações e para execução de todas as tarefas de responsabilidade de engenheiros, técnicos e gerentes envolvidos com a manutenção dos navios.

A aplicação do programa aos navios da Petrobrás possibilitará à empresa reunir informações sobre a corrosão em navios hoje exclusivas de instituições estrangeiras, que as mantêm sob sigilo. Esse banco de dados fornecerá novos subsídios para manutenção, projeto e exame de navios, e para aprimorar os critérios de avaliação das embarcações que utilizam águas brasileiras. Os estudos sobre a frota de petroleiros da Petrobrás, uma das maiores do mundo, ga-



FIGURA 4. PARTE DA ESTRUTURA DE NAVIO, QUEBRADA POR CAUSA DA CORROSÃO.

rantirão a melhoria da manutenção dos navios da empresa e a redução do risco de acidentes (figura 4) e de poluição do mar. Hoje, a questão ecológica assume grande importância nessa área, e para confirmar isso basta recordar que um único acidente

— o navio *Exxon Valdez*, ao partir-se, espalhou petróleo no mar e em uma ampla área do litoral do Alasca, obrigando a Esso a custear as despesas de limpeza — quase levou à falência uma das maiores empresas petrolíferas do mundo.



Fábricas brasileiras de *soros e vacinas*

***a*s vacinas provaram ser a forma disponível mais segura para a prevenção das doenças infecciosas infantis. Em alguns casos a eficácia é tanta que é possível eliminar do convívio com os humanos o agente causador. Foi o que aconteceu com o vírus da varíola, considerado erradicado do mundo, e com o vírus da poliomielite, desaparecido de nosso continente. Também deverá acontecer com o vírus do sarampo, prevêm os especialistas. Por trás dessas conquistas estão programas de investimento e incentivo ao desenvolvimento tecnológico. São eles os responsáveis diretos pelas vitórias que estão sendo obtidas na luta contra os microrganismos causadores de doenças.**

No Brasil, o Instituto Butantã é uma das instituições que atestam a verdade dessas afirmações. Na produção de soros antiofídicos, por exemplo, pouco resta do método artesanal introduzido por Vital Brazil em 1901. Naquele tempo, os anticorpos eram obtidos diretamente da sangria de cavalos injetados com veneno de serpentes, com baixa qualidade e muita perda. Hoje, o plasma de cavalos imunizados é processado numa planta industrial totalmente autocontida e automatizada, em que as perdas por contaminação foram praticamente eliminadas. O investimento e o esforço tecnológico valeram. O instituto produz hoje, com 800 cavalos, mais soro do que produzia em 1983 com 1.400 animais. A capaci-

dade de produção atual, suficiente para o abastecimento do país, é de 600 mil ampolas por ano.

Como parece acontecer com toda capacitação tecnológica, a experiência obtida na produção de soros está dando frutos e permitindo ao Instituto Butantã inovar também na produção de vacinas bacterianas e virais. O instituto projetou e construiu fábricas de vacinas contra difteria, tétano e coqueluche e vem se dedicando à obtenção de novas e melhores vacinas – contra raiva, meningite e hepatite B.

Inovação após a crise
A história do desenvolvimento da produção de soros revela as nuances e dificuldades de se produzir tecnolo-

gia no país. Isaias Raw, atual diretor do Instituto Butantã, conta que a decisão de investir em tecnologia só surgiu por conta da crise de produção que se abateu sobre o setor na década de 80. Em 1983, o Instituto Nacional de Controle de Qualidade (INCQ), do Ministério da Saúde, condenou como impróprios os soros e vacinas processados no país. Os soros eram produzidos com sangue 'a céu aberto', expostos ao ar e ao pó, o que os tornava evidentemente inadequados. A técnica utilizada na produção matava as bactérias, mas suas membranas produziam febre e desencadeavam reações adversas. Ao ser pressionado pela exigência de qualidade, o maior produtor do país – uma empresa transnacional – abandonou o mercado e provocou um colapso na produção. “Só restava ao Estado a busca de uma solução nacional e a conquista da autonomia na produção de soros”, lembra Raw.

Durante a crise de imunobiológicos que se abateu sobre o país, a falta de vacinas e dos soros antidiftérico e antitetânico foi contornada com a importação. Entretanto, no caso dos soros antipeçonha, específicos para as espécies brasileiras de serpentes, aranhas e escorpiões, a única solução seria a produção nacional. Por isso, o Ministério da Saúde lançou, em 1985, o Programa Nacional de Auto-Suficiência em Imunobiológicos. Os objetivos prioritários do programa eram o financiamento e a capacitação dos institutos oficiais

produtores de soros e vacinas – os institutos Butantã (SP) e Vital Brazil (RJ) e as fundações Oswaldo Cruz (RJ) e Ezequiel Dias (MG).

Para o Instituto Butantã, a participação no programa de auto-suficiência representou um surto de renovação e revitalização. “O instituto, que já possuía como atribuição a pesquisa básica, pôde assumir também a de produtor de imunobiológicos”, afirma Isaias Raw. Segundo ele, além de financiar a produção, o programa federal garantia a compra do produto, condicionada ao cumprimento das exigências de qualidade. Acrescidos às verbas destinadas pelo governo estadual, vinculadas à capacidade de produção do instituto, os recursos permitiram a criação da Fundação Butantã. O Instituto Butantã pôde, então, contratar pesquisadores, comprar equipamentos e substituir os processos anacrônicos até então utilizados por suas modernas fábricas de soros e vacinas, apresentando, a partir de então, excelentes resultados na produção.

Vacinas de alta qualidade

Atualmente, o Butantã é o único produtor nacional da vacina tríplice, contra difteria, coqueluche e tétano. Sua capacidade instalada de produção é de 40 milhões de doses de vacina contra a coqueluche, 40 milhões de doses de vacina contra a difteria e 80 milhões de doses de vacina antitetânica, o suficiente para abastecer o país (figuras 1 e 2).

1. NECESSIDADE NACIONAL DE IMUNOBIOLOGICOS

IMUNOBIOLOGICOS	1994	1995	1996	1997	1998	1999
POLIOMIELITE/ORAL	78	78	78	30	30	30
SARAMPO	15	15	10	10	10	10
BCG	15	15	15	15	15	15
MENINGITE A,C	10	10	10	10	10	10
TRÍPLICE (DPT)	30	30	30	30	30	30
DUPLA ADULTO (DT)	40	40	40	40	40	40
DUPLA INFANTIL (DT)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TOXÓIDE TETÂNICA	15	15	15	15	15	15
SORO ANTITETÂNICO	0,25	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1
SORO ANTIDIFTÉRICO	0,03	0,025	0,02	0,015	0,01	

OBS.: Nº de doses x 1.000.000 FONTE: Fundação Nacional de Saúde (adaptado)

FIGURA 1. MANTENDO-SE AS CONDIÇÕES E OS INVESTIMENTOS PROGRAMADOS PARA A PRODUÇÃO DE IMUNOBIOLOGICOS, A DEMANDA NACIONAL PROJETADA PARA OS PRÓXIMOS ANOS DEVERÁ SER ATENDIDA PELOS INSTITUTOS OFICIAIS PRODUTORES.



FIGURA 2. PRODUÇÃO RECENTE E PROJETADA DE VACINAS NO INSTITUTO BUTANTÃ.

Comparada com a tecnologia atualmente utilizada no Butantã, a tecnologia anterior, pode ser considerada no mínimo primitiva. Para se ter uma idéia da precariedade do método anterior, basta dizer que a toxina tetânica era produzida em garrafões e a diftérica em fermentadores pequenos, com apenas 30 litros de capacidade, em uso há mais de 20 anos. “As toxi-

nas tetânica e diftérica eram purificadas por precipitação em frascos abertos e em pequenos lotes, enquanto o componente pertussis (contra a coqueluche) era centrifugado a céu aberto, após tratamento com ácido, o que fazia com que pouquíssimos lotes passassem nos testes de toxicidade e potência”, informa Hisako Gondo Higashi, diretora da Divisão de Desen-



volvimento Tecnológico e de Produção do Butantã. “Atualmente, as vacinas são produzidas em plantas industriais equipadas com fermentadores de grande porte, onde as bactérias são cultivadas em condições ideais de crescimento e protegidas de contaminação”, comparou Higashi (figura 3).

Para garantir a qualidade das vacinas, as fábricas do Butantã cumprem os requisitos estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para a produção de imunobiológicos (soros e vacinas). Essas normas, revisadas periodicamente por especialistas, estabelecem parâmetros de controle biológicos, microbiológicos e físico-químicos, garantindo a produção uniforme desses produtos. Em termos de controle de qualidade, porém, o Instituto Butantã foi mais além: nas áreas em que estão instalados os equipamentos de produção todo o ar é filtrado, para remover bactérias ou outros contaminantes. Para obter rendimento ainda maior, além dos nutrientes que as

bactérias exigem para se reproduzir, a acidez (pH), a agitação, a temperatura e a oxigenação são controladas automaticamente por computadores.

Ainda que parte dos equipamentos seja importada, a concepção e a construção das plantas industriais para processamento de toxinas de tétano, difteria e pertussis no Butantã são totalmente nacionais. São as únicas fábricas de vacinas existentes no país que seguem os parâmetros

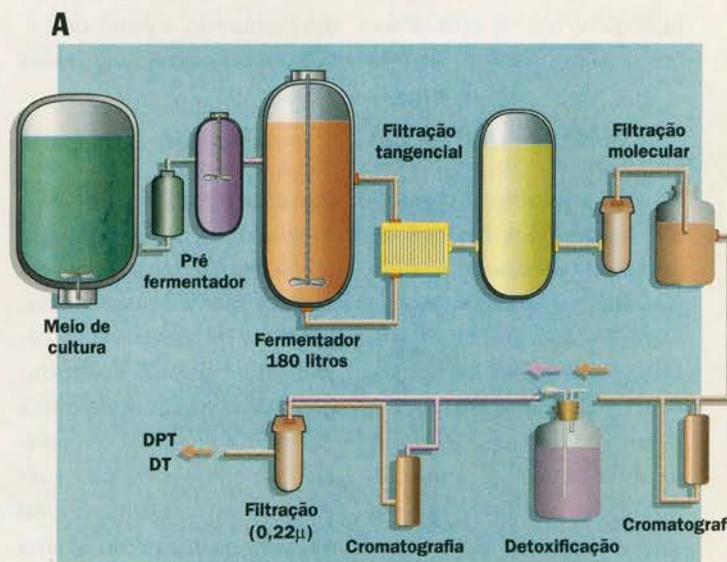
FIGURA 3. PLANTA INDUSTRIAL PARA PRODUÇÃO DE VACINAS BACTERIANAS. AS NOVAS FÁBRICAS DE VACINAS DO BUTANTÃ SÃO CONSTRUÍDAS EM ÁREAS BIOLIMPAS, LIVRES DE CONTAMINAÇÃO. AS ETAPAS DO PROCESSO E A ESTERILIZAÇÃO ENTRE UMA PARTIDA E OUTRA DA PRODUÇÃO SÃO CONTROLADAS POR COMPUTADORES.

GMP (Good Manufactures Practices), estabelecidos pela OMS. Recentemente, a pedido do próprio instituto, as plantas foram vistoriadas por uma comissão técnica da Organização Mundial de Saúde e receberam sua aprovação. O próximo passo importante, informou Higashi, será a transferência da tecnologia desenvolvida no instituto para outros estados brasileiros. Prevê-se que até o final de 1996 fábricas de vacinas semelhantes às do Butantã serão insta-

ladas também no Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar) e na Bio-Manguinhos, unidade de produção da Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro.

No início do programa de auto-suficiência, o Instituto Butantã fez contatos para a compra de tecnologia já existente em outros países, mas se viu impedido de concretizá-los por causa da competição dos grandes laboratórios. Segundo Isaias Raw, os contatos estabelecidos na época, com empresas dos Estados Unidos e da Europa, para transferência de tecnologia ou *joint ventures*, foram frustrados por um acordo fechado pelas grandes empresas para a divisão do mercado internacional consumidor de vacinas. “Essa dificuldade nos obrigou a atingir sozinhos um nível internacionalmente aceitável de produção. O desafio atual do Butantã é manter-se atualizado e competi-

FIGURA 4. ESQUEMAS DE PRODUÇÃO DAS VACINAS CONTRA A DIFTERIA (A), COQUELUCHE (B) E TÉTANO (C). OS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DAS VACINAS COMPONENTES DA VACINA TRÍPLICE SÃO BASICAMENTE IGUAIS, ALTERANDO-SE APENAS A CAPACIDADE DOS FERMENTADORES E O TIPO DE FILTRAÇÃO UTILIZADA. NO CASO DA VACINA PERTUSSIS (COQUELUCHE), AS BACTÉRIAS — FRAÇÃO CELULAR — SÃO RECOLHIDAS DO SOBRENADANTE NA ETAPA DE FILTRAÇÃO TANGENCIAL. NA VACINA ACELULAR, EM DESENVOLVIMENTO, DEVERÁ SER UTILIZADO, COMO NAS DO TÉTANO E DA DIFTERIA, O MEIO DE CULTURA EM QUE A BACTÉRIA CRESCE — FRAÇÃO ACELULAR.



vo, para suprir a demanda nacional e fazer frente a interesses que nem sempre coincidem com os do país", alerta Raw.

Processos de produção

A maioria das vacinas é obtida por processos fermentativos, em equipamentos que variam em função das necessidades de crescimento e reprodução dos microrganismos (bactérias ou vírus) após a fermentação. Dependendo do tipo de vacina, pode-se aproveitar o produto do metabolismo da bactéria (toxina) ou a suspensão do microrganismo. O material desejado é separado por filtrações adequadas e a seguir purificado, de acordo com os requisitos necessários a cada tipo de vacina. As fábricas de vacinas do Butantã foram construídas de forma que as etapas de crescimento e separação das bactérias ficassem interligadas. O material de uma etapa passa à



FIGURA 5. EQUIPAMENTO DE PROCESSAMENTO PARA PRODUÇÃO DE VACINA ANTITÉTANICA. NA FOTOGRAFIA, PODE-SE OBSERVAR, À DIREITA, O RECIPIENTE QUE CONTÉM O MEIO DE CULTURA, O FERMENTADOR DE GRANDE PORTE (500L) E ACIMA DELE O FILTRO TANGENCIAL.

seguinte sem ser manipulado ou exposto ao ar ambiental do laboratório. Todo o conjunto foi construído em aço inoxidável e é automaticamente esterilizado entre a produção de um lote e outro da vacina (figura 4).

Os fermentadores onde crescem e se reproduzem as bactérias são recipientes fechados com 300 a 500 litros de capacidade. Esses fermentadores estão interligados com filtros especiais, que retêm as bactérias (figu-

ra 5). No caso da vacina contra a coqueluche (pertussis), em que as próprias bactérias mortas constituirão a vacina, os microrganismos são coletados diretamente do filtro. No caso da vacina contra o tétano e a difteria, em que só se utilizam as toxinas produzidas pelas bactérias, coleta-se apenas o meio de cultura onde cresceram as bactérias. Filtrações especiais separam as toxinas – moléculas maiores – do tétano e da difteria das

encontradas no meio em que foram cultivadas as bactérias. Através da cromatografia, as moléculas presentes no filtrado são separadas por tamanho e carga elétrica, o que permite a obtenção de toxinas com alto nível de pureza. Depois de inativadas ou mortas por tratamento com formaldeído, as bactérias da coqueluche (*Bordetella pertussis*) e as anatoxinas da difteria e do tétano compõem a vacina tríplice.

Para que as fábricas – de

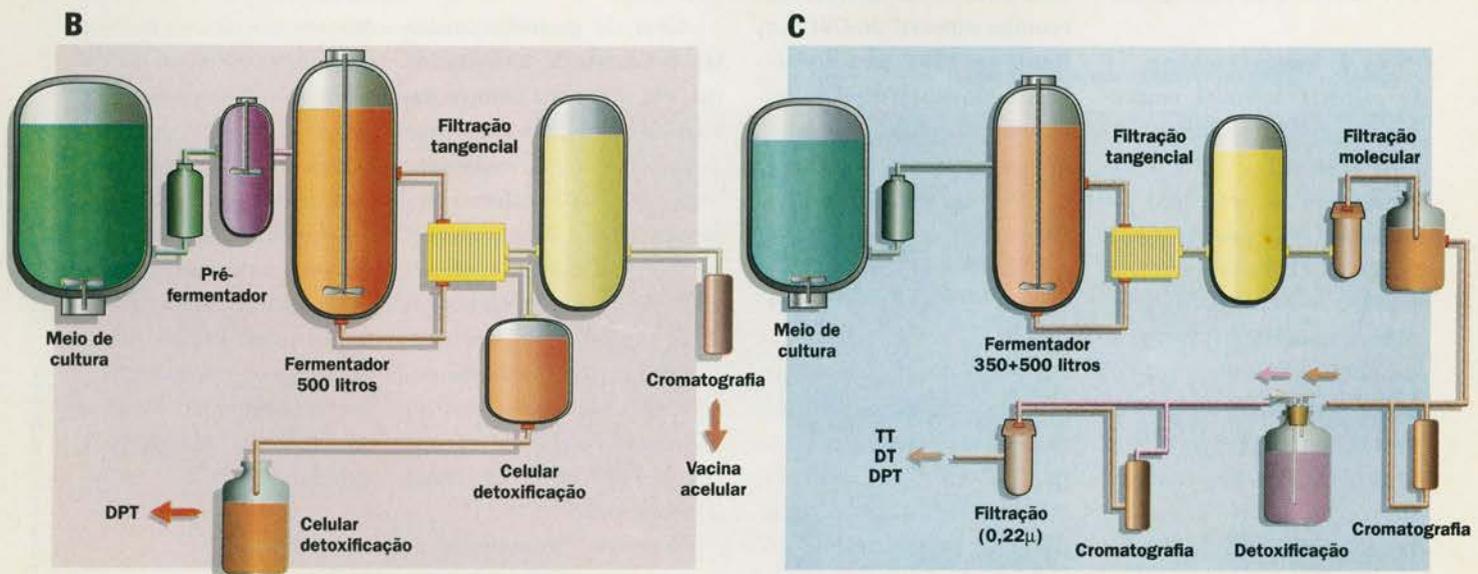




FIGURA 6. PRÉDIO EM QUE FUNCIONA A PLANTA INDUSTRIAL PARA PROCESSAMENTO DAS VACINAS ANTIBACTERIANAS.

cas de engenharia genética está adiantado, e já está sendo construída, com recursos do Ministério da Saúde, uma planta industrial, que deve entrar em operação já este ano ou no próximo. A expectativa é de que ela possa, no futuro, ser administrada junto com a vacina tríplice.

As metas propostas pela OMS e outras instituições internacionais de saúde – o desenvolvimento de vacinas múltiplas (válidas para diversas doenças), que possam ser aplicadas logo após o nascimento e sejam estáveis mesmo a temperaturas mais altas, para servirem aos países pobres – contrariam os interesses dos grandes laboratórios particulares produtores de vacinas. “Isso ficou patente nas últimas reuniões do grupo consultivo do CVI, das quais participamos”, disse Isaias Raw. O diretor do Butantã admite que a expectativa é de que, “como já nos foi vedado no passado”, não haverá transferência de tecnologia nesse setor. “Nosso futuro nesse campo depende única e exclusivamente do fortalecimento de nossa competência tecnológica”, conclui.

*Vera Rita Costa
Ciência Hoje, São Paulo.*

tétano, pertussis e difteria – entrassem de fato em funcionamento, o Instituto Butantã teve que investir na reforma e adaptação dos prédios já existentes, com a ampliação das áreas de produção (figura 6) e a expansão das áreas de formulação e envasamento de vacinas. Também foi necessário construir um infectório, adequado a ensaios biológicos com vacinas e pirogênio.

Novos imunizantes

O esforço nacional empreendido pelos institutos oficiais para a produção de vacinas vem ao encontro do Children Vaccine Initiative (CVI), programa lançado pela OMS e outras instituições internacionais em 1990. Esse programa promove a produção e o desenvolvimento de vacinas que permitam a imunização básica das crianças, principalmente em países pobres. Sua principal meta é o desenvolvimento de “vacinas combinadas”, que possam ser

administradas em conjunto, em uma ou poucas doses, diminuindo os custos com seringas, pessoal treinado e transporte, que representam 90% dos custos totais.

Uma das possibilidades promissoras apontadas pelo CVI é a melhoria da vacina tríplice, tornando-a mais pura e solúvel, de forma a que possa ser usada como substrato para outras vacinas. Em reunião especial do CVI, realizada em 1993, para a viabilização do uso da tríplice combinada a outras vacinas, o Butantã demonstrou ser, entre os 13 produtores da vacina no continente, o que tinha melhores condições e já satisfazia várias das recomendações da OMS. “O Butantã era a única instituição latino-americana capaz de produzir uma vacina pertussis acelular que não contivesse a bactéria inteira e que evitasse as complicações neurológicas causadas pela vacina em algumas crianças sensíveis”, re-

vela Hisako Higashi.

Dois anos depois, o Butantã está a um passo de provar a veracidade dessa avaliação. As pesquisas para obtenção e purificação dos antígenos da imunidade contra a coqueluche (pertussis acelular) estão hoje adiantadas e ainda este ano o instituto deve iniciar a produção da vacina acelular para ensaios humanos.

Além da pertussis acelular, o Centro de Biotecnologia, em conjunto com os laboratórios básicos e de produção do Butantã, está engajado num amplo esforço tecnológico para desenvolver a vacina anti-rábica acelular, que eliminaria a auto-imunidade causada pela contaminação com proteínas do cérebro de camundongos, e para melhorar a qualidade e a produção da vacina BCG, contra a tuberculose.

O projeto de produção de uma vacina recombinante contra a hepatite com técni-

Tecnologia para água doce

A técnica da osmose reversa pode tornar potável a água salobra

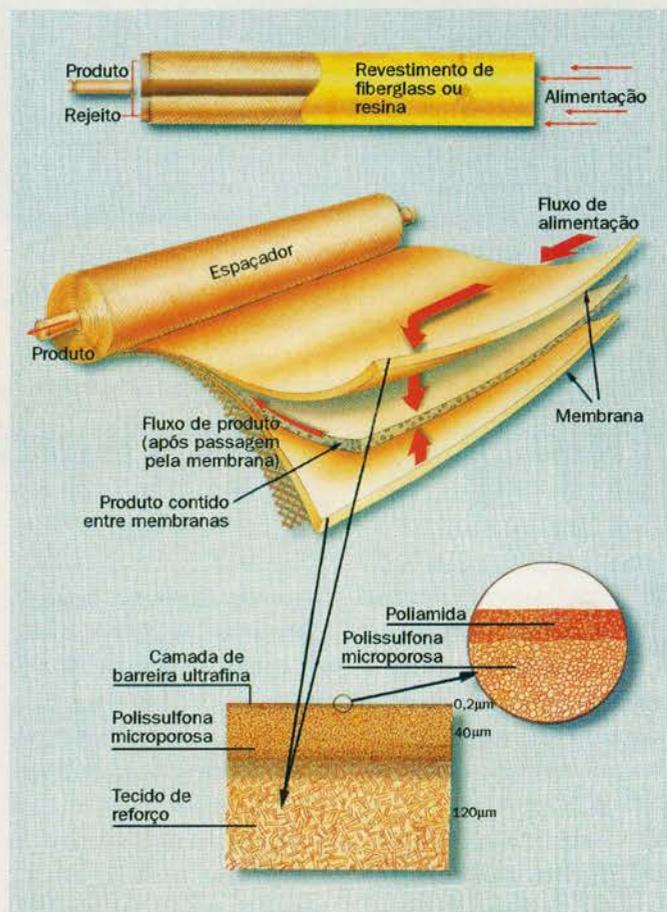
embora a água subterrânea esteja disponível em boa parte do Nordeste brasileiro, seu consumo é muitas vezes inviável, por causa dos altos teores de sal. Entretanto, graças ao desenvolvimento tecnológico, a água salobra já pode tornar-se potável.

A osmose reversa é uma das tecnologias que viabilizam essa transformação. Conhecida desde os anos 60 e usada para obter água pura desde 1976, essa técnica baseia-se no fenômeno natural da osmose. Quando soluções de diferentes concentrações são postas num mesmo recipiente, separadas por uma membrana semipermeável, o solvente da solução mais diluída (com menor pressão osmótica) migra para a mais concentrada, até que haja um equilíbrio.

Na osmose reversa, a diferença de pressão osmótica que provoca a transferência do solvente é revertida com a aplicação mecânica, na solução mais diluída, de uma pressão superior à pressão osmótica da solução mais concentrada. Assim, o processo é invertido, permitindo a retirada do solvente (no caso, a água) de soluções mais concentradas (no caso, a água salobra).

Para a desmineralização da água por osmose reversa, usam-se hoje membranas de películas finas enroladas em espiral. Elas operam em baixa pressão, com reduzido consumo de energia, e eliminam também a sílica (areia) e as partículas orgânicas de baixo peso molecular, além de impedir – em índices que chegam a ser de 98% – a passagem dos sais dissolvidos. A osmose reversa apresenta outras vantagens em relação à técnica da troca iônica, empregada anteriormente. O sistema propicia a obtenção constante de água de melhor qualidade, sua instalação é mais simples e mais barata, e os custos de manutenção são mais baixos.

Desenvolvidas em 1978 pela Filmtec Corporation, as membranas mais eficientes utilizadas hoje são compostas de substâncias como polissulfonas e poliamida. A Dow Química, detentora da marca Filmtec, é atualmente a líder mundial nessa tecnologia. No Brasil, a empresa já instalou mais de 80 unidades no Nordeste, para potabilizar águas salobras, e seis unidades na bacia de Campos (RJ), para obtenção de água potável a partir da água do mar. Outras unidades funcionam em indústrias de papel, petroquí-



ACIMA, MEMBRANA DE OSMOSE REVERSA DE PÉLÍCULA FINA COMPOSTA. ABAIXO, SEÇÃO ESQUEMÁTICA TRANSVERSAL DA MEMBRANA, CUJA COMPOSIÇÃO QUÍMICA (POLIAMIDA E POLISSULFONA) PERMITE MAIOR EFICIÊNCIA NA FILTRAGEM DA ÁGUA.

micas e farmacêuticas, que requerem água ultrapura em seus processos industriais.

Do ponto de vista ambiental, o desenvolvimento dessas membranas e a recente diminuição de seus custos têm permitido aplicações vantajosas. Na fábrica da Mercedes-Benz, em São Bernardo do Campo (SP), o sistema Filmtec está sendo implantado com o objetivo de permitir que a água utilizada nos processos

industriais seja reciclada e retorne limpa à linha de produção. Também em São Paulo, a Níquel Tocantins usa as membranas reversas para extrair metais pesados de seus efluentes industriais, devolvendo ao rio Tietê, em condições semelhantes às originais, a água que lhe foi tomada.

*Vera Rita Costa
Ciência Hoje/São Paulo.*



Reservatórios urbanos para controle de enchentes: *uma opção controversa*

A construção de reservatórios subterrâneos em áreas urbanas para retardar o escoamento da água das chuvas e evitar enchentes está gerando polêmica. Utilizado pela primeira vez no Brasil na cidade de São Paulo, para eliminar as inundações no vale do Pacaembu, esse inovador conceito de drenagem prioriza o controle do

fluxo das águas em lugar da construção de mais e maiores galerias pluviais. O primeiro reservatório do projeto, em construção na praça situada em frente ao tradicional estádio de esportes Paulo Machado de Carvalho, o Pacaembu (figura 1), vem recebendo críticas de diversos especialistas na questão das enchentes.



FIGURA 1. O RESERVATÓRIO DO PACAEMBU AINDA NA FASE DE ESCAVAÇÃO, EM MARÇO DE 1994.

A polêmica em torno da obra – que, embora não concluída, já mostrou resultados nas chuvas do início do ano, regulando a vazão de córregos e galerias da região – concentra-se em duas frentes. Questiona-se o aspecto técnico, já que o reservatório tem eficácia apenas na região em que está sendo construído, e o aspecto financeiro. Nas obras no Pacaembu, a prefeitura paulista está investindo de US\$ 10 milhões a US\$ 12 milhões. A capacidade total de armazenagem do reservatório, já apelidado popularmente de *piscinão*, é de 74.000 m³ de água, o que evitará, de acordo com a empresa construtora, o transbordamento das galerias do bairro em períodos de chuvas muito fortes.

A técnica de reter a água e desacelerar seu fluxo é utilizada há mais de 20 anos na Europa, no Japão e nos Esta-

dos Unidos. Ela se fundamenta na constatação de que fazer obras tradicionais, aumentando a capacidade de vazão de galerias, rios e córregos, apenas transfere o problema das enchentes para outro local, após a área onde ocorreram as melhorias. Os adeptos dos reservatórios de contenção, como Aluísio Pardo Canholi, da Themag Engenharia, empresa que propôs à prefeitura de São Paulo a construção do reservatório no Pacaembu, argumentam que essa tecnologia impede a transferência do problema, regulando o fluxo de água de acordo com a capacidade de escoamento (ver 'Evitando os picos de vazão').

Canholi alega que os custos de construção do reservatório parecem altos, mas representam apenas um quinto do custo de outras soluções, como expansão de galerias ou obras em túnel. Do ponto de vista técnico, o engenheiro da Themag defende a instalação dos *piscinões* em locais onde as características da bacia hidrográfica sejam favoráveis: "Os reservatórios apresentam resultados em tempo menor do que as obras convencionais, evitam desapropriações e diminuem os transtornos para a população, o comércio e o trânsito da região." No caso do Pacaembu, a construção do reservatório limita-se à área livre em frente ao estádio, minimizando os efeitos sobre a população. Na região, segundo estudos da Themag, circulam em média 60 mil veículos por dia. "Uma obra convencional criaria dificuldades para toda a

Evitando os picos de vazão

A construção do primeiro *piscinão* exigiu estudos pluviométricos e hidráulicos, em especial a verificação da capacidade de vazão a jusante da praça Charles Miller, para a determinação do volume de armazenamento do tanque. O reservatório foi projetado para controlar 70% da vazão das três galerias que deságuam no córrego Pacaembu, retardando o escoamento da água para impedir que o pico de vazão das áreas não-controladas coincida com o do reservatório (figura 2).

Quando em pleno funcionamento, o reservatório terá condições de receber das galerias uma vazão máxima de 43m³ por segundo, liberando a água com uma vazão de apenas 3m³ por segundo. Essa vazão de saída atingirá no máximo 13m³ por segundo, mas isso só 35 minutos após o pico de entrada, quando

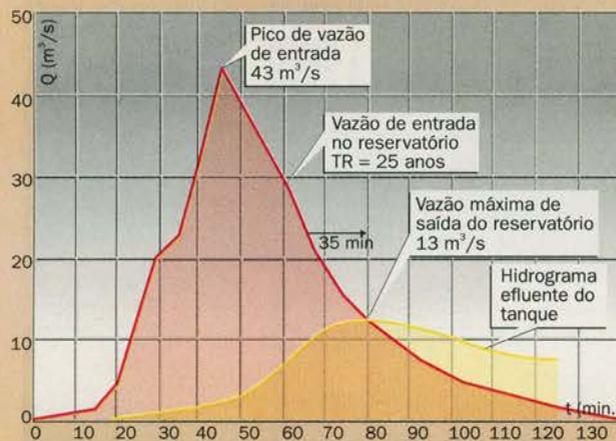


FIGURA 2. GRÁFICO DA EFICIÊNCIA DO RESERVATÓRIO. ÁREA VERMELHA REPRESENTA O VOLUME RETIDO DE ÁGUA (74.000 m³).

provavelmente já terá diminuído a sobrecarga nas galerias abaixo do reservatório. Nas chuvas de novembro de 1994, com 80% das obras concluídas, o retardo da vazão já demonstrou ser eficaz, reduzindo o impacto das inundações na região (figura 3).

Em fase de revestimento interno, o tanque do Pacaembu deverá estar concluído ainda este ano. O projeto inclui rampas de acesso ao interior

do tanque, para limpeza e manutenção após o período das chuvas, além de aberturas para ventilação e sistema de iluminação. A capacidade de armazenamento (74.000 m³ de água) do *piscinão* é suficiente para chuvas de até 80 mm, com duração de duas horas – e estudos indicam que a possibilidade de ocorrer uma chuva como essa em um determinado ano é de apenas 4%.

população local e para o trânsito”, afirma o engenheiro (figura 4). Além disso, Canholi lembra que não foi necessário realocar as redes de serviços (cabos telefônicos e elétricos, adutoras de água, coletores de esgoto, gasodutos e outros) da região, o que aconteceria caso se optasse pela ampliação da galeria.

Opiniões divididas

Apesar dos argumentos, as críticas aos *piscinões* têm sido sistemáticas. Para Aziz Ab’Sáber, geógrafo da USP, o problema das enchentes em São Paulo deve ser abordado de maneira global, e não pontualmente, como na tecnologia de construção dos reservatórios. Autor de uma tese sobre o processo histórico de ocupação e alteração do ciclo natural na bacia do Alto Tietê, rio que drena as águas de córregos e outros rios da cidade de São Paulo, Ab’Sáber diz que o desafio é “encontrar uma solução integrada, que leve em conta as variáveis da natureza, as interferências do homem e os projetos já existentes para a região”.

A ocupação das margens do Tietê e a interferência em seu ciclo natural de inundação – processo que se reproduziu também em seus afluentes na área urbana – vêm de muito tempo. As alterações começaram com a extração de areia do leito e das margens do rio, mas foram agravadas no final dos anos 30, quando o curso das águas foi *corrigido*. As áreas adjacentes ao rio, que até cerca de 1940 eram ocupadas principalmente por pastagens, campos de futebol e

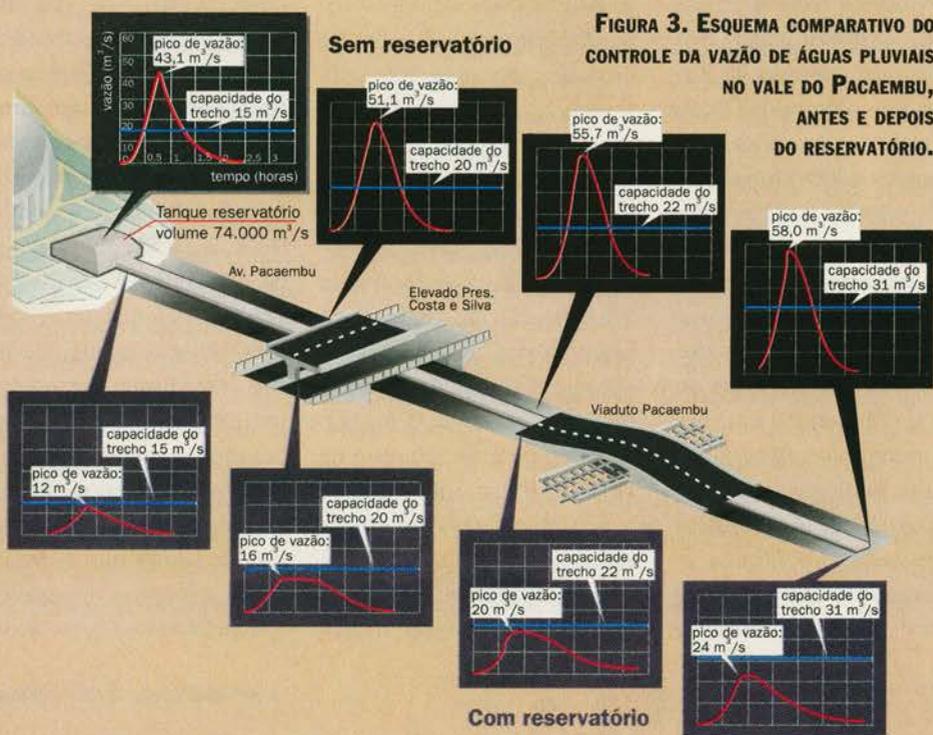


FIGURA 3. ESQUEMA COMPARATIVO DO CONTROLE DA VAZÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO VALE DO PACAEMBU, ANTES E DEPOIS DO RESERVATÓRIO.



FIGURA 4. CERCADO POR ÁREAS RESIDENCIAIS E RUAS DE INTENSO TRÁFEGO, O RESERVATÓRIO (EM CONSTRUÇÃO, EM NOVEMBRO DE 1994) EVITARÁ AS CHEIAS NO VALE DO PACAEMBU.

cinões propostos para essas regiões teriam características diferentes. Os cinco reservatórios previstos para o rio Aricanduva e seus afluentes seriam construídos em terrenos livres de ocupação e poderiam funcionar como áreas de lazer na estiagem. A área mais baixa do reservatório, revestida de paralelepípedos para aumentar a absorção, de acesso proibido, seria destinada à retenção das águas de chuvas normais. Campos de futebol e quadras esportivas seriam instaladas na área ao redor, que também inundaria nas cheias maiores, quando o acesso do público seria naturalmente proibido.

Embora ainda esteja no papel, o projeto de construção de novos reservatórios na cidade de São Paulo, alguns deles na superfície, já assusta especialistas e a população. A principal crítica é a de que esses tanques se transformariam em “esgotos a céu aberto”, já que a maior parte dos resíduos domésticos e industriais da cidade não é coletada nem tratada. Mas Aluísio Canholi defende os reservatórios alegando que, “ao menos dessa forma, o esgoto e o lixo se concentrariam nesses tanques, evitando o entupimento de galerias e a invasão das casas”. O engenheiro esclarece ainda que o projeto prevê a limpeza dos reservatórios, inclusive com o acesso

portos de areia, passaram a ser urbanizadas. “O cinturão meândrico, isto é, a faixa de várzea, foi aterrado para a implantação de fábricas, casas comerciais e mais tarde grandes empresas”, lamenta Ab’Sáber. Desde então as enchentes, que periodicamente inundavam essas várzeas, passaram a afetar diretamente a população.

A urbanização retirou a cobertura vegetal da região e substituiu-a por asfalto e concreto, reduzindo a permeabilidade e a retenção de água no solo. “Em consequência, rios e córregos passaram a não suportar o aumento do volume de água das chuvas, transbordando com maior frequência”, afirma Ab’Sáber. Além da derrubada da mata e da impermeabilização dos solos, o assoreamento dos rios – causado pela erosão dos loteamentos irregulares e pelo lixo descartado pela população – é outro fator

importante nas enchentes da cidade, de acordo com os especialistas.

Alguns pesquisadores concordam que a contenção da água das chuvas pode resolver o problema das enchentes em pontos determinados da cidade, mas apontam problemas que podem ser gerados pela construção de grandes reservatórios subterrâneos. Valdir Akihiko Nakazawa, geólogo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), diz que a revisão do conceito de drenagem, adotando-se a opção de retardar o escoamento da água, está correta, mas deveria ser ampliada para pequenos tanques, disseminados pela cidade. “A construção desses reservatórios deveria ser obrigatória em áreas de condomínios, ficando sob encargo particular e desonerando o poder público. Distribuídos pela área urbana, os microreservatórios seriam eficientes”, assegura Nakazawa.

Outro ponto que preocupa os especialistas é o impacto ambiental que os reservatórios podem causar. Kokei Uehara, professor da Escola Politécnica da USP, admite que, em alguns locais, a construção dos reservatórios é necessária, mas considera muito importante realizar um cuidadoso trabalho de educação ambiental com a população. Se isso não ocorrer, adverte, os reservatórios servirão para acumular o lixo atirado nos córregos.

Enquanto o reservatório do Pacaembu divide as opiniões, a Themag Engenharia já propôs à prefeitura de São Paulo a construção de outros sete reservatórios, nas bacias do córrego Cabuçu de Baixo e do rio Aricanduva. O primeiro fica na região noroeste da cidade e o segundo na região leste – duas áreas em que as inundações são críticas. Embora conceitualmente idênticos ao do Pacaembu, os *pis-*

de caminhões à sua área mais baixa. No futuro, acrescenta, os reservatórios também poderiam ser utilizados para controle de qualidade das águas, funcionando como tanques de decantação. Com essa tecnologia, afirma Canholi, “a cidade estaria se preparando para quando as enchentes estiverem controladas e a coleta e o tratamento de esgoto forem eficientes”.

Uma tradição na cidade

Estima-se que a cidade de São Paulo tenha em torno de 500 pontos críticos de enchente. Com a chegada do verão, eles revelam-se nos desmoronamentos, no trânsito engarrafado e principalmente nas águas invadindo casas e arrastando veículos. Não foi diferente este ano: apenas em fevereiro choveu 445 milímetros, segundo o Departamento Nacional de Meteorologia. Segundo especialistas, as en-

chentes na capital paulista ocorrem periodicamente há milênios, já que fazem parte do processo natural de formação da planície aluvial (de inundação) do rio Tietê, em torno da qual a metrópole cresceu.

Na terceira década do século, a urbanização desordenada e a ocupação das várzeas dos rios Pinheiros e Tietê já era expressiva, a ponto de as enchentes ganharem destaque nos noticiários da época. A bacia do Alto Tietê – a porção do rio localizada no planalto atlântico – drena uma área com mais de 4,5 mil km². Na região em que a cidade de São Paulo foi fundada, o rio formou, pela deposição de sedimentos, durante milhares de anos, enormes planícies de inundação, explica Aziz Ab’Sáber. “As margens do rio, em uma larga faixa de terra (o cinturão meândrico), estavam sujeitas às cheias periódicas e possuíam vegetação adap-

tada às inundações (mata ciliar). Com a ação devastadora do homem, o cinturão meândrico foi ocupado, impedindo que o processo natural das inundações se completasse.”

O processo é mais grave no caso do Tietê, segundo Ab’Sáber, porque a planície aluvial do rio é atípica: “Enquanto certas planícies têm de 18 a 20 vezes a largura do rio (leito médio), a de São Paulo tem de 25 a 40 vezes. A área de extravasamento máximo do leito pode chegar a até 4 km de largura em alguns trechos” (figura 5). Essa característica, e a intensidade das alterações provocadas pela urbanização, exigiram a construção de grandes obras – barragens, aprofundamento da calha e destacadamente a *retificação* do curso das águas – para controlar as inundações.

Em dissertação de mestrado defendida na USP (*Urbanização e controle de enchentes: O caso de São Paulo: seus conflitos e inter-relações*), Maria de Sam-

paio Ostrowsky deixa evidente que as “obras estruturais” e “corretivas” não foram suficientes para “domar a força do rio”. Ela conclui que, “além de imediatistas, pois buscam soluções a curto prazo, essas obras têm custos elevados e eficácia relativa”. Medidas preventivas, como a preservação e a desapropriação das várzeas inundáveis, teriam levado a menos transtornos e mais eficiência, diz a pesquisadora, com o que também concorda o professor Ab’Sáber.

Kokei Uehara ressalta a importância da definição de um plano diretor para a bacia do Alto Tietê. Aliado ao estudo das bacias menores, e com ampla participação de técnicos, administradores e da população, esse plano, garante o engenheiro, representaria um passo fundamental para a solução do problema das enchentes. “De outra forma, permaneceremos nas medidas paliativas, sem investir em soluções preventivas, que analisem a bacia como um todo”, reclama. A avaliação que Uehara e muitos outros especialistas fazem, a respeito de todas as obras já realizadas com a intenção de combater as enchentes, é unânime: qualquer tecnologia, das antigas barragens e galerias aos atuais piscinões, deve estar integrada num planejamento global que preveja e minimize os efeitos da urbanização.

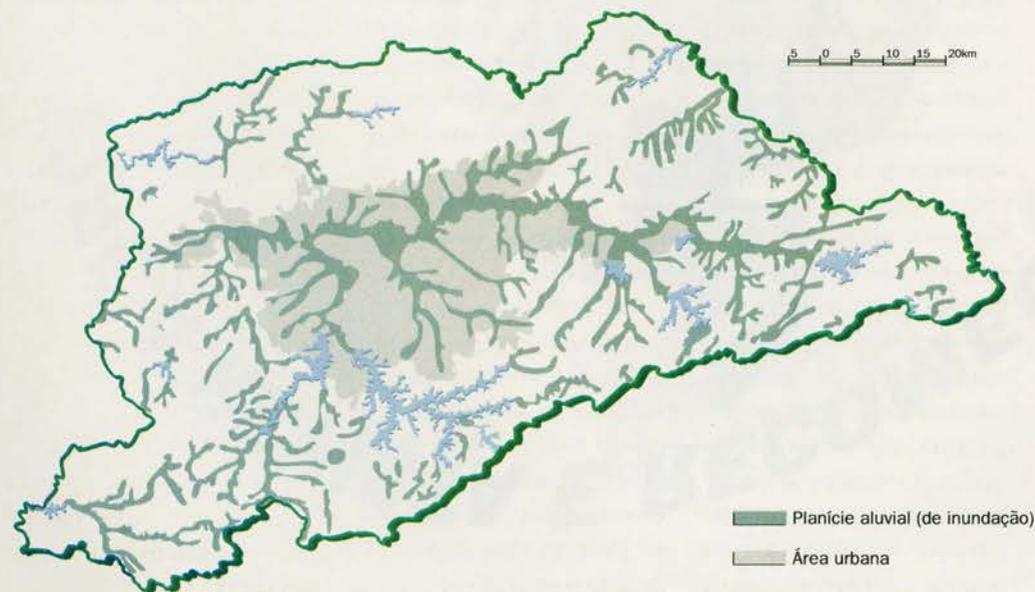


FIGURA 5. REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, COM DESTAQUE PARA AS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO QUE ACOMPANHAM OS PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA.

Ricardo Zorzetto
Ciência Hoje, São Paulo.

Data Estelar 1995

a última fronteira:
o ciberespaço



A primeira *Home Page* de divulgação científica do Brasil. Lá, você encontra todas as edições da *Ciência Hoje Hipertexto*, demos da *Ciência Hoje das Crianças Eletrônica*, programas selecionados pela equipe do *Ciência Hoje BBS*, endereços de ciência na Internet e muito mais.

Com páginas em português e inglês.

Se você tem ligação direta com a Internet, digite o endereço <http://www.info.lncc.br/sbpc>

Importante: o acesso feito através do programa *Netscape*® proporciona melhor definição gráfica das telas do *Ciência Hoje Web*.

