

SAPOS
VENENOSOS

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 9 Nº 53 Maio de 1989 NCz\$ 4,00



Manaus e Rio Branco (via aérea) NCz\$ 5,20

MOVIMENTOS DE ÁTOMOS

A usina de Angra I é segura?

EXEMPLAR DE ASSINANTE — VENDA PROIBIDA

A CADA VIDA QUE COMEÇA, RECOMEÇA A HISTÓRIA DA NESTLÉ.



Lembre-se de sua infância. Você sem dúvida vai se lembrar de alguma história sua com a Nestlé pra contar. Esse é o nosso maior alimento. A satisfação de manter uma amizade que cresce, fica forte, se renova e nunca termina.

Nestlé

Sua vida, nossa história.

DINOSSAUROS

A região de Araraquara é apontada pelos meios científicos como o reduto dos dinossauros, que há milhões de anos ali teriam deixado centenas de pegadas. Onde, exatamente, se encontram essas pegadas?

Ioscamar Tagliacozzi, Araraquara (SP)

• Em *Ciência Hoje* n.º 15, o artigo 'Rastros de um mundo perdido' fala extensamente sobre o assunto. No n.º 16 saiu 'Mais pegadas de dinossauros na Paraíba'. O professor Giuseppe Leonardi, autor dos dois artigos, dá os 'endereços' das pegadas fósseis em Araraquara:

- 1) Na frente do n.º 352 da rua 9 de Julho, há várias pistas de *Brasilichnium elusivum*, em poucos metros de calçada;
- 2) na rua Pedro Cabral 901, encontra-se a pista de um pequeno dinossauro coelurosauria;
- 3) na avenida Brasil 195, várias pegadas fósseis;
- 4) na avenida Dom Pedro 195, idem;
- 5) na rua Leite de Moraes 92 (lado oposto deste número), rastros de vertebrados e invertebrados;
- 6) na avenida Monteiro Lobato 752 (esquina com a São Bento),

um terapsídeo; 7) na rua Duque de Caxias 501; 8) na rua Dom Pedro II, diante do Ginásio de Desportes, 20 metros a oeste do salão Marganti, três pegadas numa loja; 9) em frente ao portão do Corpo de Bombeiros, pistas de dinossauros; 10) na avenida Brasil 713, uma grande pegada, provavelmente de dinossauro ornitópode, mas sem detalhes; 11) na avenida Brasil 863, idem; 12) na avenida Brasil 899, idem; 13) na rua 12, esquina com São Paulo, duas pegadas enormes; 14) na rua Carlos Gomes 1.502, pegadas com os dedos bem visíveis; 15) na rua Expedicionários do Brasil 1.468, várias lajes com pistas de invertebrados; 16) na rua Duque de Caxias 716, duas pistas de *Brasilichnium elusivum*, respectivamente com seis e oito pegadas; 17) na Vila Xavier, nas calçadas em volta da esquina de Dário de Carvalho com a avenida Picaroni, muitas pistas de vertebrados e invertebrados.

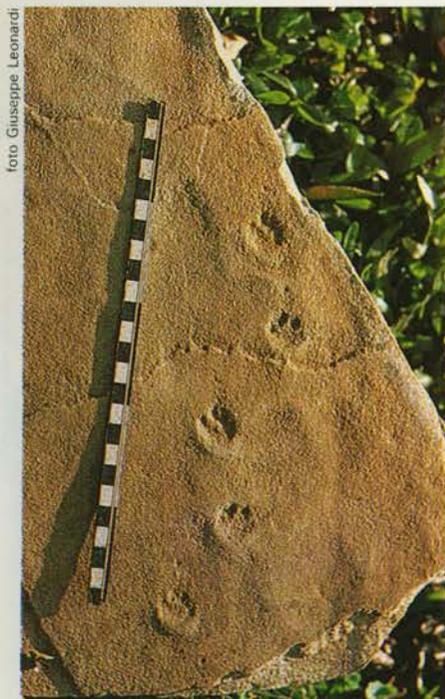
O professor Leonardi lembra que a área mais rica era em volta do cemitério da cidade, mas as lajes com as melhores pegadas foram recolhidas dali para as coleções do Departamento Nacional de Produção Mineral no Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília. Revela também que há uma pista de dinossauro e outra de *Brasilichnium elusivum* (que é um mamífero primitivo) no revestimento dos pilares da fachada da Catedral de São Carlos (SP). Ele aconselha que o leitor interessado em apreciar as pegadas de Araraquara percorra as calçadas quando o Sol está baixo, produzindo luz rasante (entre 7-9 horas da manhã ou 16-19 horas, dependendo da estação do ano, é claro). Nessas ocasiões, o jogo de luz e sombra dá um contraste que destaca bem as pegadas.



LAGOA MIRIM

Estou muito preocupado com a notícia de que "o BID vai financiar projeto da Bacia Lagoa Mirim" (*Zero Hora*, 30/12/88). O projeto é da Comissão Mista Brasileiro-Uruguaia para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim e seu custo é de aproximadamente 300 milhões de dólares. Conforme o jornal gaúcho, os principais objetivos do projeto são: 1) eliminar a salinização da Lagoa Mirim; 2) controlar as cheias através da construção de barragens nos principais rios que nela deságuam (algumas dessas barragens produzirão energia elétrica e todas se transformarão em grandes reservatórios de água); 3) aumentar substancialmente a produção agrícola da bacia, principalmente a do arroz. Com a estabilização do nível das águas, obter-se-á em torno da lagoa a utilização perene de uns 500 mil hectares... Vejam só que zorra! Mais uma vez o poderio econômico de fazendeiros e autoridades irresponsáveis faz prevalecer seus interesses imediatistas em oposição às regras básicas da ecologia. É notório que não podemos interromper o período natural das cheias e o processo de salinização de uma lagoa costeira, nem poluí-la com agrotóxicos sem causar danos dramáticos à fauna e à flora locais. O projeto é ainda mais prejudicial porque a região atingida é o último grande refúgio da natureza no Rio Grande do Sul, sendo formada por um sistema lacustre costeiro de singular importância para a ciência.

Marco A. L. Deniz, Porto Alegre



Laje oriunda das calçadas de Araraquara (SP), com uma linda pista de *Brasilichnium elusivum*, Leonardi, 1981, gravada provavelmente por um mamífero de idade jurássica.

FALTOU DIZER

Como coordenador da reportagem 'O Brasil precisa de sangue' (*Ciência Hoje*, n.º 52), devo registrar uma falha imperdoável: no expediente, não foram dados os créditos aos jornalistas Roberto Barros de Carvalho e Marise Muniz, ambos da sucursal da revista em Belo Horizonte, cuja contribuição foi fundamental.

Sérgio Portella, *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro

foto: Evaldo F. Vilela



Operária de *Atta sexdens rubropilosa*.

FORMIGAS

Gostaria de expressar meu interesse pela reportagem 'Formigas cortadeiras — a linguagem dos odores', em *Ciência Hoje* n.º 35. Curso o 6.º semestre de Biologia na USP de Ribeirão Preto e pretendo montar um saueiro. Para obter mais informações sobre a biologia e o comportamento das saúvas, bem como sobre a técnica de montagem do saueiro, peço o endereço dos autores do referido artigo, Evaldo Ferreira Vilela, Terezinha Della Lucia e Klaus Jaffé.

Érica Marisa Sampaio, Ribeirão Preto (SP)

• *Você pode escrever para:*
Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Biologia Animal,
CEP 36570 — Viçosa, Minas Gerais.

BICHO-MÁQUINA

Em *Ciência Hoje das Crianças* n.º 7 vocês publicaram um desenho do meu filho, Luís Eduardo Barcelos Correia. Aliás, a legenda saiu incorreta, porque não moramos no Rio, mas em Jaboticabal. Era um daqueles bichos-máquina. Mas não é para corrigir isso que lhe escrevo, e sim para contar um fato muito importante para nós, e especialmente para ele. Meu marido e eu ficamos orgulhosos e brincamos com ele, dando-lhe os parabéns por ser o primeiro da família a publicar na *Ciência Hoje*. Ele ficou superfeliz, mostrou para os colegas, vizinhos e até para uma professora. Do seu jeito de menino de dez anos, disse-nos que se sentiu valorizado, que parecia um sonho olhar a revista e ver lá o seu desenho, a sua invenção.

É isso que quero agradecer a vocês: a valorização da criatividade, o estímulo que estão fornecendo a meu filho e a tantas outras crianças também. Parabéns!
Antônia do C. B. Correia, engenheira agrônoma, Jaboticabal (SP)

POLINIZAÇÃO

No artigo sobre polinização, publicado no encarte *Ciência Hoje das Crianças*, em vez de falar em fecundação cruzada, para antepor-se ao termo autofecundação, a autora fala em polinização cruzada. A polinização não pode ser cruzada. O grão de pólen produzido por uma flor pode atingir o estigma da mesma flor, o estigma de uma flor diferente no mesmo pé, ou o estigma de uma flor em pé diferente daquele que o produziu. Pode haver polinização sem que haja fecundação, portanto, sem que haja cruzamento. Uma vez no estigma, o grão de pólen irá germinar e formar o tubo polínico que irá crescer, através do estilete, até atingir o óvulo no ovário. O grão de pólen já é a planta masculina, minúscula (às vezes microscópica). É a parte da espécie considerada que contém as células sexuais masculinas, daí o seu nome depois que deixa a antera ser microgametófito, microprotalo ou gametófito masculino (isto é, planta que forma gametas masculinos). Quando o microprotalo cresce, formando o chamado tubo polínico, ele irá transportar até o óvulo os gametas masculinos (em geral, 2) para que um deles se una com a oosfera (gameta feminino que se encontra no interior do óvulo) e da união resulte um zigoto, que por divisões sucessivas irá dar origem ao embrião. A união da

oosfera com o gameta masculino é o processo denominado fecundação. A fecundação é que pode ser cruzada, se o gameta masculino que atingiu a oosfera foi produzido em grão de pólen de outra flor que não aquela que contém a oosfera.

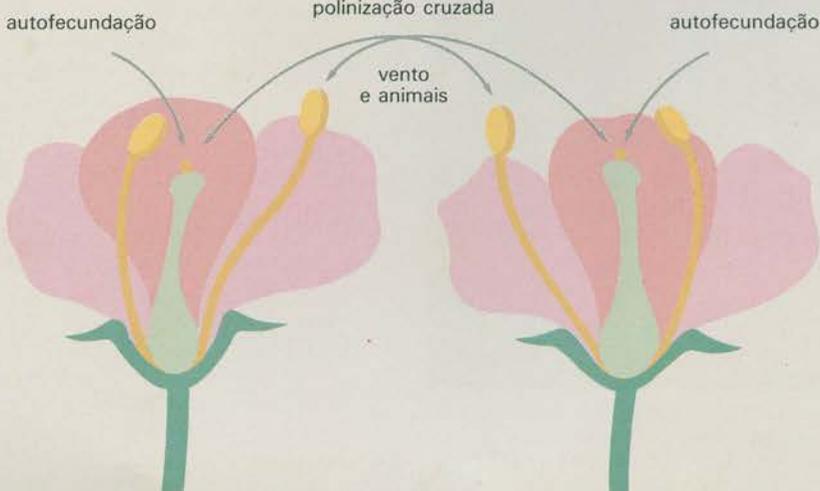
Nanuza Luiza de Menezes,
Instituto de Biociências, USP

• *Denyse Savaget, da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN) e autora do artigo em questão, responde:*

Sua retificação é absolutamente correta, pois no meio do artigo falei em autofecundação e o mais lógico seria dar continuidade, usando o termo fecundação cruzada. Induzida pelo termo polinização cruzada, encontrado em uma gravura do Atlas Escolar de Botânica da Fundação Nacional de Material Escolar/MEC, que contém o 'Esquema de dois tipos básicos de polinização', continuei o artigo falando em 'polinização cruzada', querendo dar uma idéia da importância dos agentes polinizadores na perpetuação de algumas espécies vegetais.

Gostaria de lembrar que no texto há algumas generalizações. Sei que a natureza não é tão simplista assim, havendo muitas variações e exceções, mas a intenção era tornar o artigo mais leve e de fácil leitura para o seu público: as crianças. Agradeço sua colaboração em sanar uma dúvida que, pelo visto, é corriqueira.

ESQUEMA DE DOIS TIPOS BÁSICOS DE POLINIZAÇÃO



Adaptado de Atlas Escolar de Botânica.

CORREÇÃO

No artigo 'Doenças parasitárias e metabolismo', em *Ciência Hoje* n° 51, de minha autoria, constatei alguns equívocos que gostaria de esclarecer. O título, por não mencionar que se trata do metabolismo de drogas, sugere uma abrangência que o texto não tem. Também a referência ao artigo 'Metemoglobinemia' deveria estar colocada no trecho que se refere a hemoproteínas, assim: "A biossíntese dessa hemoproteína — que possui o grupo heme, o mesmo da hemoglobina (ver 'Metemoglobinemia', em *Ciência Hoje* n° 32)...". Outra incorreção apareceu no quadro 'A metabolização das drogas': na terceira coluna, 19ª linha, trocaram-se moléculas por células. O texto é: "elétrons provenientes de certas moléculas biológicas (NADH e NADPH)...".
Ohara Augusto, Instituto de Química, Universidade de São Paulo

ALÉM DA FRONTEIRA

Felicitações pela excelente publicação: somos leitores habituais. Referente à carta publicada no n° 48, com o título 'Nossos Parques', envio material: a Subsecretaria de Ecologia da Província de Misiones, na Argentina, a meu cargo, aumentou a superfície de parques em 84 mil hectares, o que significa que, com o Parque Nacional argentino e o brasileiro, se conforma a unidade com continuidade geográfica maior do mundo na selva paranaense. Queremos difundir essa contribuição porque ela é um patrimônio de todos os latino-americanos. Assim demonstramos que queremos ser nós mesmos, com nossa cultura, nossa história e nossa paisagem.

Luis Rolón, Subsecretário de Ecologia, Iguazú, Misiones (Argentina)

• É um prazer ver a nossa revista atravessando as fronteiras. Aproveitamos para informar que já está em seu segundo número nossa irmã *Ciencia Hoy*. Ela também apreciará a sua colaboração. Escreva para *Corrientes 2835, Cuerpo A, 5° A — 1193, Buenos Aires*.



GATO POR LEBRE

Há tempos escrevi para *Ciência Hoje*, pedindo informações sobre as descobertas de Stephen Hawking, mais completas do que as que a imprensa veiculou. A resposta demorou, e enquanto isso comprei o livro do físico inglês, *Uma breve história do tempo*. Agora verifico que o que comprei foi uma grosseira falsificação do original, conforme mostrou a resenha publicada na revista (n° 51). Nós, brasileiros, já estamos fartos de comprar gato por lebre. O que posso fazer para desta vez, pelo menos, não me conformar com essa fatalidade?

Leudi Gaetano, São Paulo

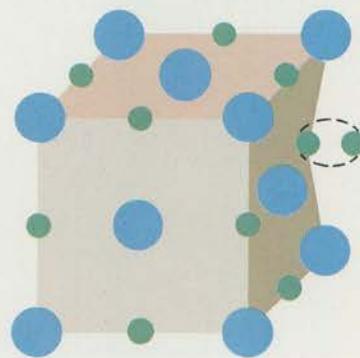
• O advogado Paulo Bessa responde: *A Constituição Federal, em seu artigo 5º, inciso XXXII, dispõe que "o Estado promoverá, na forma da lei, a defesa do consumidor". Infelizmente, o referido Código de Defesa do Consumidor ainda não foi votado pelo Congresso Nacional. No entanto, já está em funcionamento em muitas cidades do Brasil, inclusive São Paulo, o Juizado de Pequenas Causas, cuja competência é apreciar causas cujo valor não exceda 20 pisos salariais. Na hipótese, o livro do consagrado físico inglês está eivado de vícios redibitórios que são, juridicamente, defeitos ocultos na coisa e que a tornam imprestável. Portanto, não há dúvida de que você tem direito a receber um livro corretamente traduzido ou uma indenização equivalente. A propósito, vale lembrar que os juizados de pequenas causas são gratuitos e o reclamante não precisa ir acompanhado de advogado.*

MAIS ESPAÇO

Quero cumprimentar *Ciência Hoje* pela constante preocupação com os problemas ambientais brasileiros. Aproveitando a atenção que a ecologia vem despertando, gostaria que abordassem os seguintes assuntos: o cinquentenário dos parques nacionais brasileiros, o Parque Nacional de Itatiaia e o futuro Parque Nacional do Tinguá, localizado em Nova Iguaçu (RJ). Gostaria também que dedicassem mais espaço à seção de cartas. Aproveito para pedir que divulguem meu endereço para correspondência com outros interessados em ecologia e conservacionismo.

Paulo R. L. Clarindo, Grupo Ecológico Dinossauros, C.P. 80.328, CEP 25521, São João de Meriti (RJ)

• *Estamos pensando em ampliar esta seção, para poder responder mais depressa a todos os leitores que nos escrevem. Com relação a meio ambiente e ecologia, Paulo, merece prioridade o que é mais urgente. Você deve ter notado que em cada número da revista reservamos espaço para esses assuntos. Aos poucos, você será atendido.*



FUSÃO A FRIO

Estamos repetindo a ilustração do artigo 'Fusão a frio, esperanças e dúvidas', publicado no n° 52, com uma pequena correção. A figura mostrava a disposição cúbica dos átomos de paládio (círculos maiores) e a localização dos átomos de deutério (círculos menores), numa situação em que estes ocupam todos os sítios octaédricos. Faltou assinalar, como fazemos agora, o átomo de paládio localizado no centro de cada face do cubo.



36

CARTAS DOS LEITORES

1

AO LEITOR

7

TOME CIÊNCIA

8

Curto período de gestação e prolongada permanência no marsúpio são características que tornam os gambás um precioso modelo experimental. José Carlos Nogueira apresenta novos resultados sobre a reprodução da espécie *Didelphis albiventris*.

Dados quantitativos, obtidos em laboratório, ajudam a entender o funcionamento do mecanismo velofaríngeo em pacientes portadores de fissura lábio-palatina, relacionando-o com a fonação. Por Inge Trindade e Alceu Trindade Júnior.

UM MUNDO DE CIÊNCIA

14

A maioria dos organismos vivos tem uma ordem temporal interna, muito importante para a adaptação ao ambiente. José Cipolla-Neto discute algumas consequências de perturbações dos ritmos biológicos próprios de cada espécie.

Uma das moléculas mais importantes para a regulação do tônus vascular é o óxido nítrico, produzido nas células do endotélio a partir da simples combinação, um para um, dos principais elementos da atmosfera. Por Guillermo Jaim Etcheverry.

DOCUMENTO

18

Marília Rosa Milan, Jacob Frenkel e José da Gama Malcher avaliam experiências brasileiras de articulação entre universidades e setor produtivo. O que se passa quando pesquisa e indústria se encontram?

OPINIÃO

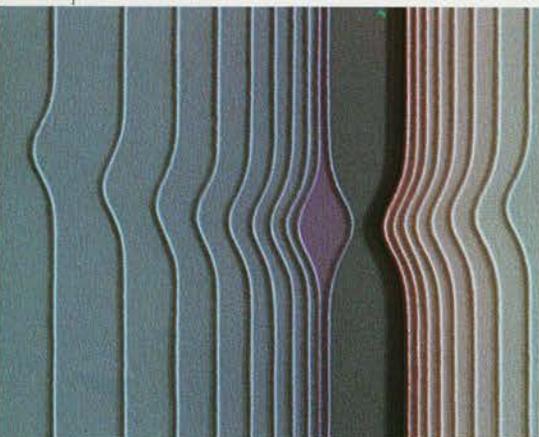
24

Para Luís Pinguelli Rosa, o destino dos rejeitos radioativos e o plano de emergência para casos de acidente são os aspectos mais problemáticos das atuais condições de operação da única central nuclear brasileira em funcionamento.

O LEITOR PERGUNTA

34

Os pequeninos e vistosos sapos dendrobátas, como os que teriam envenenado o ecologista Augusto Ruschi, são mesmo perigosos? Como eles se distribuem no território brasileiro? Marcio Martins e Ivan Sazima respondem.



40

ARTIGOS

CONTROLANDO ÁTOMOS COM LUZ 40

Vanderlei S. Bagnato e Sérgio C. Zilio

Com auxílio do *laser*, já se pode, no vácuo, frear átomos até o repouso, conseguindo manter toda a amostra em estado gasoso. Estudos inéditos, com medidas de altíssima resolução, tornam-se possíveis com o uso dessa técnica.

SEQUENCIAMENTO DE PROTEÍNAS 48

Lauro Morhy

Informações muito importantes para a biologia resultam do conhecimento da estrutura das proteínas, macromoléculas que participam, de uma ou de outra forma, em todos os processos químicos que ocorrem nos seres vivos.

SHOMA WETSA, A HISTÓRIA DE UM MITO 56

Julio Cezar Melatti

Pode ser muito antiga a relação entre povos que viveram (ou vivem) na Amazônia e civilizações pré-colombianas típicas dos Andes e do litoral do Pacífico. O estudo de uma figura mítica que associa a onça e o metal reforça essa idéia.



61

RESENHA 62

A física no Brasil, volume organizado por Sérgio Rezende, apresenta um panorama da pesquisa, da capacidade instalada e dos recursos existentes no Brasil nessa área.

Biologia, cultura e evolução, de Francisco Salzano, é um pequeno livro que reúne grande quantidade de informação e discute o quebra-cabeça da evolução humana.

PERFIL 66

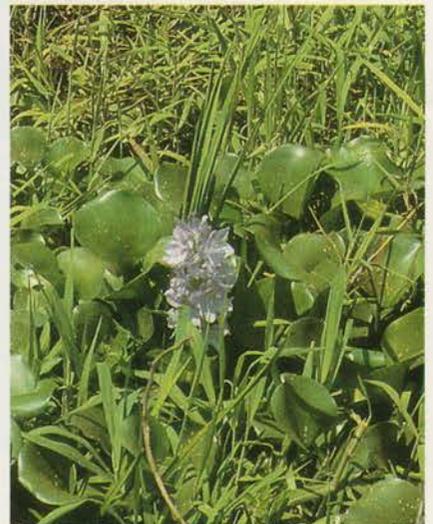
'Intelectual e militante.' É Azis Simão, sociólogo paulista definido por Fernando de Azevedo como "um entusiasmado no sentido grego do termo: aquele que traz Deus dentro de si". Foi um pioneiro na análise do comportamento operário no Brasil.

É BOM SABER 74

Com as crescentes restrições ao uso de aditivos sintéticos em alimentos e remédios, o Brasil pode vir a produzir em larga escala corantes naturais.

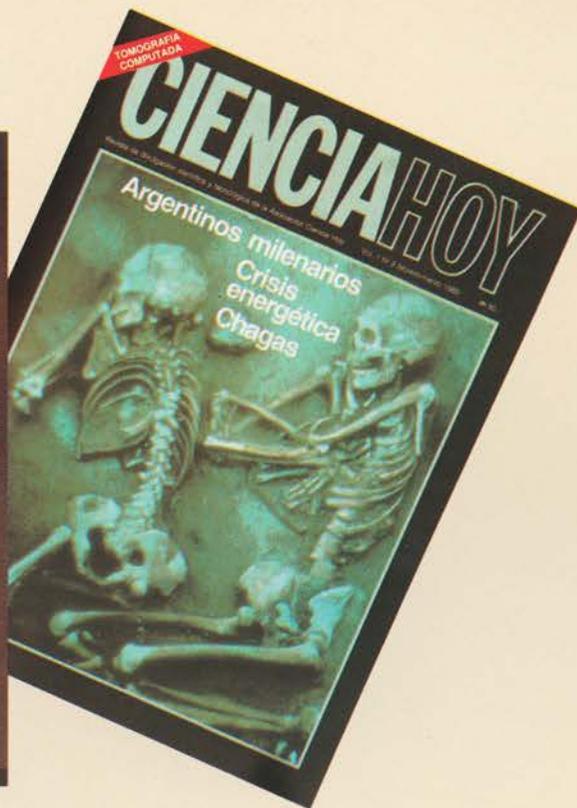
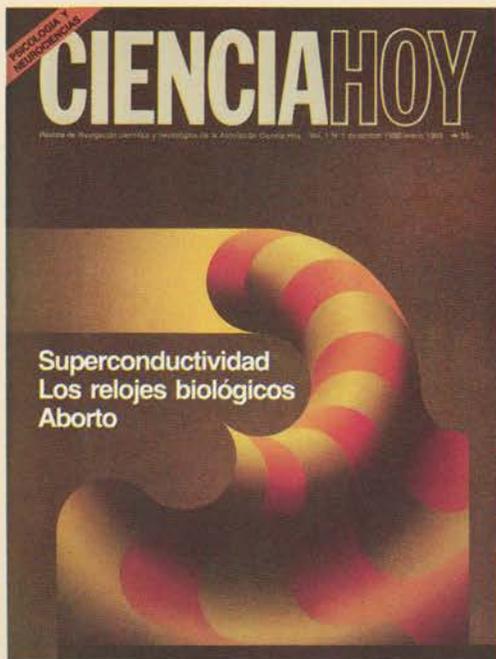
Arma na despoluição de massas líquidas, o aguapé se reproduz rapidamente e causa modificações no ambiente. Solução ou problema?, pergunta Gilberto Pedralli.

Antoniana Krettlí descreve o encontro internacional que discutiu o papel das mulheres na ciência. Certas limitações são comuns a países muito diferentes.



76

HAY CIENCIAHOY EN ARGENTINA



ASSINATURAS NO BRASIL
CIÊNCIA HOJE — AV. VENCESLAU BRÁS 71, FUNDOS CASA 27 TEL.: 295-4846

UNIVERSIDADE VIVA

A universidade brasileira está paralisada, e isso não se deve aos atuais movimentos grevistas. Trata-se de uma paralisia muito mais permanente e estrutural. O que se consegue produzir é, por assim dizer, apesar de uma estrutura que já não funciona.

Em primeiro lugar, a situação financeira é dramática. É difícil pensar nas grandes questões, quando faltam recursos para o custeio dos serviços básicos mais elementares — a luz, a água, o telefone. Economizar para paralisar parece ser o mote dos nossos governantes.

Na prática, há décadas a universidade está afastada da responsabilidade de responder pelo destino da ciência e da cultura em nosso país. Está afastada ou afastou-se, pouco importa: é um crime. É hora de tentar entender o que se passa, compreender o país, alimentar o debate, reconhecer os conflitos e saber diferenciá-los. É preciso conservar a vida inteligente, onde quer que ela esteja. O laboratório de idéias, experiências, dados e conhecimentos de um país não pode ficar à margem dos entendimentos e da busca de soluções para superar a presente crise.

Mas, de fato, a universidade está paralisada — e não é pela greve. O governo, ausente, economiza até na política para a educação (e para a saúde, a indústria, a ciência...). Avaro, irresponsável ou falido, sugere que outros deveriam assumir o dever que a Constituição lhe atribuiu: “A educação é direito de todos e dever do Estado.” Privatizar tornou-se a palavra mágica. Como se, fora de raríssimas exceções, os privados tivessem algum dia mostrado interesse por algo mais que rendimentos em 30 dias. Educação é investimento para 30 anos — e para todo um país. Se as discussões se fazem com um olho no lucro de amanhã, ou no resultado das próximas eleições, resta miséria material intelectual e moral para todos.

Pluralismo, gratuidade, democracia e autonomia (didática, científica, administrativa, financeira...) são princípios consagrados pela Constituição. Princípios descentralizadores em terra onde a centralização e o autoritarismo contaminam todos os atos de governo. Uniformizar, reduzir, aprovar, credenciar e regulamentar são verbos que, hoje em dia, se contrapõem a criar, conhecer, avaliar, diferenciar e multiplicar. Os valores autoritários são insidiosos e, para quem está no poder, práticos. Recentemente, um dos nossos reitores ‘progressistas’, entusiasta da autonomia, defendeu a centralização de recursos de sua universidade na própria reitoria, alegando que ela é que fora destinatária dos repasses feitos pelo MEC...

Que significa, afinal, autonomia? Como combiná-la com controles democráticos? Como harmonizar participação

e competência acadêmica? Como evitar que as mazelas da política tradicional — o clientelismo e a demagogia, entre outras — se estabeleçam na universidade, minando por dentro conquistas importantes? Está o nosso meio imunizado contra traços culturais tão difundidos na sociedade brasileira? Ainda não temos respostas. Do governo federal, aprendemos o que esperar. Escasso é o interesse efetivo em gastar melhor, sanar sangrias, realizar avaliações rigorosas. Fartas são as influências da pequena política.

Só a prática de modelos diferentes — e, mesmo, concorrentes — pode produzir uma saída para os impasses e dar elementos para que se implantem, no futuro, avaliações sérias, feitas de dentro e de fora das instituições. É preciso inventar formas novas de controle da sociedade sobre a universidade.

Os conhecimentos avançam com grande velocidade. A tecnologia transforma a vida social e as relações com a natureza. Multiplica-se a demanda pelo saber. Novas formas e novas idéias devem surgir para atender a este “direito de todos”. As experiências precisam ser diversificadas. Que cada um faça, desde já, o que souber fazer de melhor, dentro de um planejamento que vise aos objetivos maiores do desenvolvimento científico, social, cultural e econômico de um país como o nosso.

Todas as formas de ação podem ser boas — em campo ou em laboratórios, ao vivo ou pelos meios de reprodução de imagens e idéias, dirigidas a públicos restritos ou pelos veículos de comunicação de massa. Devem, isso sim, ser integradas, inclusive para que não se congelem situações de desequilíbrio, que existem e não serão superadas através de medidas puramente formais.

Diz-se que o movimento dos docentes seria contrário a um projeto diversificador. Equívoco. A diversidade de modelos pouco interfere na necessária unidade do movimento. Tanto os princípios e ideais, como as próprias relações funcionais, podem ser semelhantes entre si, embora inseridos em instituições de diferentes modelos.

O importante é que cada um faça um trabalho bem-feito, com rigor, e que a sociedade seja informada, de modo a poder avaliar de forma permanente o que está sendo feito com seus recursos. Os limites saudáveis à autonomia são os princípios da democracia. A universidade não precisa temer. Sua presença na vida nacional só tenderá a crescer, abrindo-se novos espaços para que se discutam seus projetos e objetivos, que não se podem dissociar do grande movimento pela construção de um país democrático e civilizado.

Os Editores

Reprodução do gambá *D. albiventris*

Os gambás, amplamente presentes nas Américas, pertencem à ordem dos marsupiais: como os cangurus, são dotados de um marsúpio, bolsa onde carregam os filhotes. Incluindo-se entre os mais primitivos dos mamíferos sobreviventes, os gambás apresentam grande interesse do ponto de vista filogenético e evolutivo, mas o estudo de sua biologia é relevante também em decorrência do papel que desempenham na epidemiologia de algumas doenças tropicais, como a doença de Chagas e a leishmaniose.

No Brasil, ocorrem gambás pertencentes a duas espécies do gênero *Didelphis*: *D. marsupialis* e *D. albiventris*, cuja biologia vem despertando crescente interesse (ver 'O gambá, modelo experimental', em *Ciência Hoje* n.º 18, p. 58). No momento, um grupo de pesquisadores do Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB-UFMG), de que participo, dedica-se ao estudo da biologia da reprodução em *D. albiventris*.

A gestação, nessa espécie, dura 13 dias. Os filhotes nascem com cerca de um centímetro de comprimento corporal e são ainda pouco desenvolvidos, do ponto de vista embriológico: é no marsúpio — dobra situada na parte posterior e ventral do abdome da fêmea, onde estão as mamas — que sua morfogênese se completa (figura 1). A migração até a bolsa, onde os filhotes serão fixados e amamentados durante algum tempo, é feita por movimento próprio, sob a orientação de estímulos olfativos. Esse deslocamento mobiliza sobretudo os seus membros torácicos que, ao contrário dos membros pélvicos, apresentam-se bem desenvolvidos e já com garras por ocasião do nascimento.

A diferenciação gonádica, com o aparecimento de testículos — ainda na cavidade abdominal — e ovário, inicia-se quando os filhotes são ainda muito pequenos (cerca de 1,8 cm de comprimento), ao mesmo tempo em que, externamente, esboçam-se o escroto e o marsúpio. Posteriormente, os testículos sofrem uma aceleração na sua descida em direção ao escroto, alcançando-o quando os filhotes, já com cerca de 9,3 cm de comprimento corporal, estão saindo do marsúpio. Ao saírem da cavidade abdominal, os testículos têm sua temperatura reduzida em cerca de 1,6° C, fenômeno que, provavelmente, influencia a espermatogênese.

Durante a maior parte do período intramarsupial, os pequenos gambás permanecem fixados às papilas mamárias. Após 50 a 60 dias de permanência, começam a se soltar, alternando mamadas com as primeiras exposições ao meio externo (sempre sobre o corpo da mãe). Passados 90 dias ou mais de vida intramarsupial, desligam-se da bolsa, mas acompanham os deslocamentos da mãe. Mais tarde, o convívio materno é progressivamente abandonado.

Essas peculiaridades dos gambás — período de gestação muito curto e prolongada permanência no marsúpio — favorecem o estudo do desenvolvimento de seus diferentes sistemas orgânicos, já que o acesso aos filhotes durante o período intramarsupial é mais fácil que nos animais placentários, não havendo necessidade de recorrer a intervenções cirúrgicas ou de interromper o desenvolvimento.

Ao período de desenvolvimento infantil segue-se a puberdade, fase que, entre os filhotes machos criados em cativeiro, tem início cerca de 110 ou 120 dias após a saída do marsúpio, ou 200 a 210 dias após o nascimento.

O sistema genital feminino de *D. albiventris*, mostrado na figura 2, constitui-se de ovários, tubas uterinas e dois úteros, abrindo-se estes através das cérvices no fundo de saco vaginal. Este se prolonga com as vaginas laterais, cujas partes caudais se unem à uretra para formar o seio urogenital, que se abre na cloaca. O sistema genital masculino, mostrado na figura 3, é constituído de testículos, epidídimos, ductos deferentes, próstata disseminada e dividida em três segmentos morfológica e funcionalmente diferentes, três pares de glândulas bulbo-uretrais (laterais, intermédias e mediais) e pênis com glândula bifida.

Para determinar as fases do ciclo estral de *D. albiventris* da região de Belo Horizonte, fizemos em nosso departamento observações citológicas do seio urogenital. Verificamos assim que as fêmeas se apresentam em anestro (período de repouso sexual) no período de fevereiro a junho e em estro (cio) a partir de julho. O estudo de populações naturais desse animal, realizado em diversas regiões de Minas Gerais ao longo de seis anos, mostrou que só entre agosto e março se encontram fêmeas com filhotes na bolsa marsupial (sete animais em mé-



Fig. 1. Filhotes de *D. albiventris* vistos no interior do marsúpio.

foto cedida pelo autor

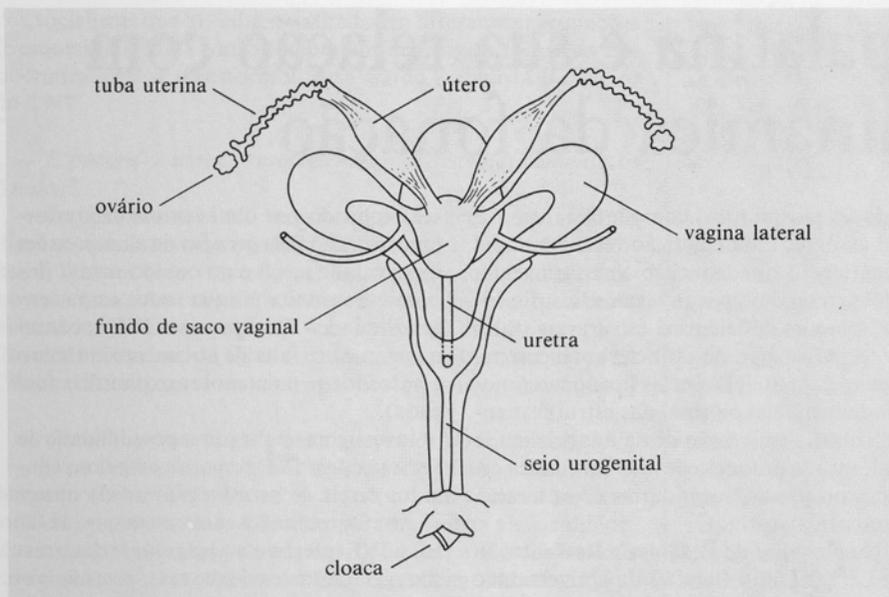


Fig. 2. Esquema do sistema genital feminino de *D. albiventris*.

dia); de abril a junho, não se encontram fêmeas nessa condição. Fêmeas grávidas só são encontradas a partir de julho, quando começam o cio e a atividade reprodutiva; a partir de agosto, os filhotes começam a chegar ao marsúpio, onde podem ser encontrados até março.

Durante 15 meses consecutivos, de abril de 1983 a junho de 1984, acompanhamos a evolução dos pesos médios mensais dos órgãos genitais masculinos de *D. albiventris*. A próstata e os três pares de glândulas bulbo-uretrais apresentaram-se maiores e mais pesados de junho a janeiro (peso máximo em outubro), o que corresponde ao período de acasalamento. De fevereiro a maio, período de não-acasalamento, essas glândulas apresentaram-se menores e mais leves. As diferenças de peso médio entre um período e outro foram estatisticamente significativas.

Estas alterações biométricas indicam que as glândulas genitais acessórias têm uma atividade secretora sazonal. Como em junho as fêmeas ainda não entraram em cio, o crescimento e aumento de peso da próstata e das glândulas bulbo-uretrais sugerem, juntamente com a elevação do peso corporal registrada nesse mês, um período de pré-acasalamento para os machos. Em todo o período estudado foram encontrados espermatozoides nos testículos e epidídimos, mas as diferenças médias de peso desses órgãos nos períodos de acasalamento e não-acasalamento não foram significativas, ao contrário do que ocorre com muitos mamíferos placentários.

temperatura mínima que ocorrem em junho-julho poderiam ser o estímulo necessário à preparação do sistema genital masculino para a reprodução e para a entrada das fêmeas em cio, dando início ao período de acasalamento. O alongamento do fotoperíodo e a elevação da temperatura mínima que se verificam em dezembro-janeiro coincidem com o declínio dos pesos das glândulas genitais masculinas e com o início do período de repouso sexual (anestro) das fêmeas. A partir de fevereiro não se registram mais acasalamentos. As fêmeas que se acasalaram em fins de dezembro e começo de janeiro trarão filhotes no marsúpio até fins de março. O período de acasalamento de *D. albiventris* se inicia em plena estação seca (julho), mas os filhotes só são desmamados na estação chuvosa (de setembro a março), época em que há maior disponibilidade de alimento, o que proporciona aos gambazinhos maior chance de sobrevivência.

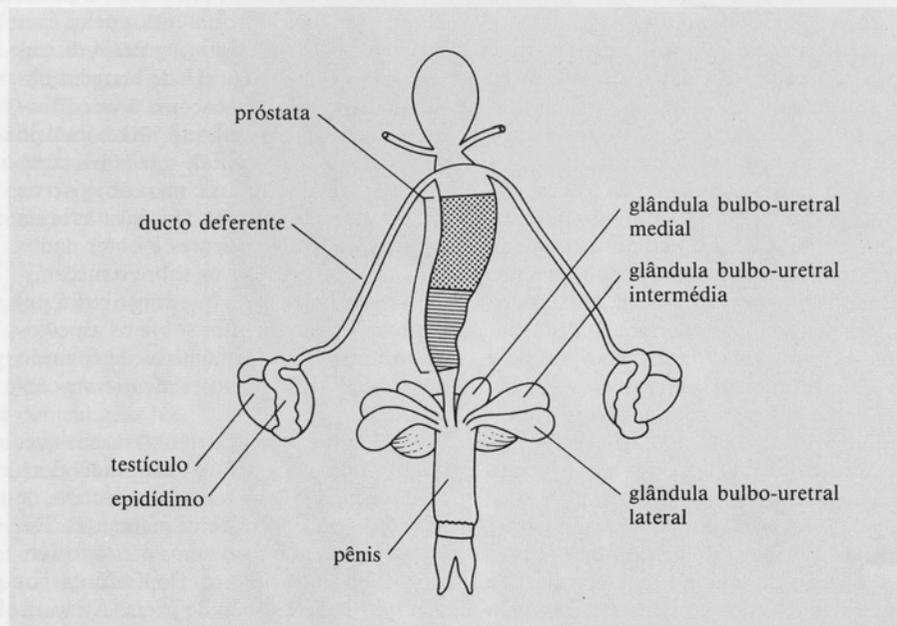


Fig. 3. Esquema do sistema genital masculino de *D. albiventris*.

Uma avaliação mais acurada destes achados está sendo conduzida no Laboratório de Reprodução Animal do ICB-UFMG, com o objetivo de verificar se há sazonalidade na produção e no rendimento da espermatogênese ou se a sazonalidade é apenas hormonal.

O estudo do sistema genital masculino foi acompanhado de análises do fotoperíodo, da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar em Belo Horizonte. A redução do fotoperíodo e o decréscimo da

Vários estudos recentes demonstram que o gambá apresenta interessantes estratégias de reprodução, cujo elevado rendimento, em diferentes condições ecológicas, talvez explique como se desenvolveram as complexas adaptações que lhe possibilitaram competir, com êxito, com os mamíferos placentários, mais evoluídos.

José Carlos Nogueira
Departamento de Morfologia,
Universidade Federal de Minas Gerais

Fissura lábio-palatina e sua relação com a aerodinâmica da fonação

As fissuras de lábio e palato, popularmente conhecidas como lábio leporino e goela-de-lobo, são malformações congênitas observadas com frequência na espécie humana. Estabelecem-se ainda no período intra-uterino, no primeiro trimestre de gestação, como consequência de uma falha no processo de desenvolvimento da face. As causas dessa falha não estão totalmente esclarecidas, mas sabe-se que estão envolvidos fatores genéticos e ambientais. No Brasil, uma criança em 650 nascidas é portadora de fissura de lábio, de palato, ou de ambas. Estima-se que atualmente contamos com 280 mil casos no país.

Existem variações raciais e sexuais em sua prevalência: os maiores índices são verificados entre indivíduos da raça amarela, seguindo-se os brancos e depois os negros. Cerca de 60% das fissuras ocorrem no sexo masculino e de 3 a 5% dos casos são portadores também de outras malformações e síndromes. A base do tratamento é o fechamento cirúrgico da fissura, aliado a um trabalho de reabilitação multidisciplinar pois, além do comprometimento estético evidente, que por si só leva a problemas de ordem psicossocial, a fissura palatina determina importantes distúrbios funcionais da fala, da dentição, do ouvido e da respiração, entre outros.

Chama a atenção em grande parte dos fissurados do palato a voz extremamente nasalizada ('fanhosa'). Isto se deve essencialmente à falta de isolamento entre as cavidades oral e nasal, do que resulta a perda, pelas narinas, do ar expirado durante a produção da maioria dos sons da fala, que em indivíduos normais têm ressonância predominantemente oral (ver figura). Os defeitos estruturais oronasais prejudicam também a articulação das palavras, contribuindo para a ininteligibilidade da fala dos fissurados.

Mesmo após a cirurgia reparadora primária ainda se observa, em parcela considerável dos casos, a persistência dos distúrbios fonoarticulatórios e o escape de ar nasal. Isto acontece porque o palato mole e as paredes faríngeas — componentes do chamado esfíncter velofaríngeo — não conseguem produzir, por razões estruturais ou funcionais, o necessário fechamento entre a oro e a nasofaringe em ati-

vidades pneumáticas como a fala, o sopro e o assobio. Essa condição recebe o nome genérico de inadequação velofaríngea (IVF), reservando-se os termos 'insuficiência' para as deficiências estruturais (falta de tecido na área do esfíncter) e 'incompetência' para as deficiências funcionais (imobilidade parcial ou total das estruturas envolvidas). A correção dessa anormalidade é alcançada por meio de intervenções cirúrgicas primárias, secundárias e/ou terapia fonoarticulatória.

No Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais da Universidade de São Paulo/Bauru, o diagnóstico da IVF é, de rotina, feito pela análise perceptual da fala e da voz dos pacientes e, a partir de critérios anatômicos aferidos pelos exames das estruturas velofaríngeas, diretamente por inspeção oral e de imagens obtidas por raios X, endoscopia e videofluoroscopia. Mais recentemente, no laboratório de fisiologia do hospital, temos procurado desenvolver estudos com o objetivo de introduzir métodos laboratoriais na rotina de avaliação dos pacientes e obter dados funcionais quantitativos sobre o mecanismo velofaríngeo, o que contribuirá para novos conhecimentos sobre os aspectos respiratórios e aerodinâmicos da fonação dos pacientes portadores de fissura palatina.

Os estudos iniciais demonstraram que, do ponto de vista ventilatório, indivíduos com fenda já reparada não apresentam, de um modo geral, distúrbios marcantes. Entretanto, quando avaliamos o estado funcional da musculatura respiratória por meio da determinação de pressões expiratórias e inspiratórias estáticas máximas, foi possível constatar que os pacientes fissurados tendiam a gerar pressões orais expiratórias de menor magnitude que indivíduos normais, estando as narinas ocluídas mecanicamente. Nesses mesmos pacientes, as pressões inspiratórias encontravam-se dentro dos limites normais (ou limites de normalidade). Em trabalho conjunto realizado na Seção de Hemodinâmica e Função Pulmonar do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, com a colaboração do professor José Carlos Manço, demonstramos que este fato não podia

ser explicado por um eventual desconforto provocado pela geração de altas pressões na cavidade nasal e no ouvido médio (hipótese levantada porque todos os pacientes estudados apresentavam IVF e, conseqüentemente, falta de isolamento entre oro e nasofaringe na manobra expiratória forçada).

Investigou-se a seguir a possibilidade de ser a própria IVF responsável pelos reduzidos níveis de pressão expiratória observados. Os resultados mostraram que, de fato, a IVF interfere na magnitude das pressões geradas na cavidade oral, mas não parece ser o único fator envolvido, especialmente em adultos do sexo masculino. Acrescente-se a isto a informação de que crianças do sexo masculino com fissura palatina apresentam déficit de crescimento (altura e peso) em relação à população normal, o que não foi observado nas mesmas proporções nas crianças de sexo feminino. A análise eletromiográfica dos músculos respiratórios, aliada às medidas manométricas, é atualmente objeto de investigação de nosso grupo, na busca de possíveis alterações orgânicas que possam explicar aqueles achados.

Mencionamos anteriormente que as baixas pressões orais são obtidas quando o paciente realiza manobra expiratória com as narinas ocluídas. Em pacientes portadores de IVF, um decréscimo adicional e muitas vezes marcante é observado quando a expiração forçada é realizada com as narinas não ocluídas, em decorrência do escape anormal de ar pelas vias aéreas nasais. Reportando-nos a dados descritos na literatura, resolvemos adotar como índice diagnóstico do fechamento velofaríngeo a razão entre as pressões geradas na cavidade oral (P_o) ou ainda entre os volumes aéreos expelidos oralmente (V_o), estando as narinas primeiramente abertas (na) e depois fechadas (nf). Assim, o quociente manométrico seria $P_o(na)/P_o(nf)$ e o quociente espirométrico $V_o(na)/V_o(nf)$.

De fato, verificamos que em indivíduos normais as medidas realizadas nas duas condições (na e nf) não diferem entre si e os quocientes têm valores próximos à unidade (1,00). Em portadores de IVF, ao con-

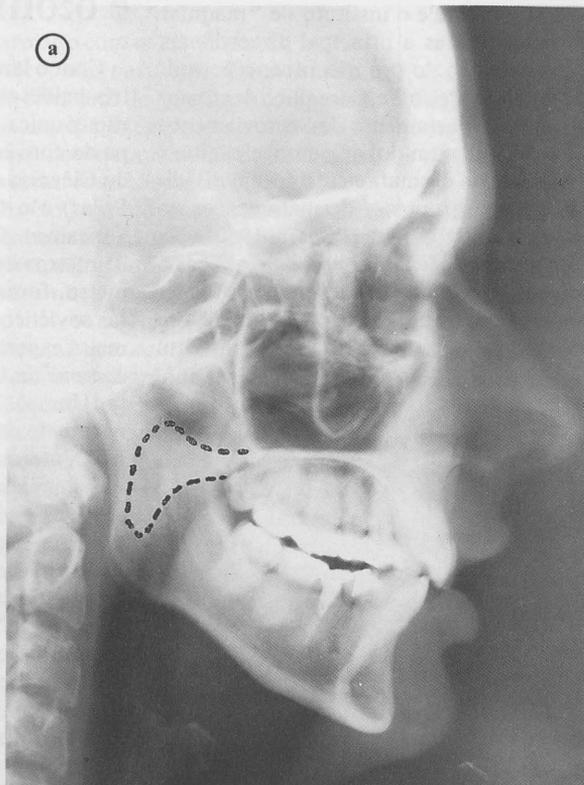
trário, a medida obtida com as narinas fechadas excede, em proporções variadas, àquela aferida com as narinas abertas, de modo que os quocientes calculados para essa população são menores que a unidade, sugerindo ocorrência de perda de ar nasal. Além disso, a reavaliação dos mesmos pacientes após a correção cirúrgica da IVF mostrou que a normalização da função velofaríngea é acompanhada por alteração nos quocientes para valores normais. Essa técnica, portanto, parece-nos útil como método complementar de diagnóstico, desde que o paciente não apresente obstrução nasal estrutural ou funcional, ou faça uso de 'estratégias' que impeçam o fluxo de ar nasal. Entre essas estratégias estão, por exemplo, a constrição voluntária da válvula nasal anterior e um movimento compensatório da base de língua que veda, assim, o istmo oronasal.

Por outro lado, a fonação envolve uma atividade palatal mais refinada do que aquela verificada em manobras como a expiração forçada ou sopro, existindo casos onde o fechamento é alcançado no sopro mas não durante a fala coloquial. Sendo assim, estudo semelhante ao anteriormente relatado foi desenvolvido em colaboração com a fonoaudióloga Renata Z. Paciello. Mediuse a pressão gerada na cavidade oral durante a emissão de sons consonantais com componente pressórico, ou seja, fonemas com o /p/ e /b/ associados a vogais, que dependem do fechamento velofaríngeano para serem adequadamente articulados. Também neste caso foram encontrados nos portadores de IVF quocientes manométricos menores que a unidade. Este resultado demonstrou objetivamente sua dificuldade em elevar a pressão intra-oral e mantê-la em níveis adequados à produção da fala normal.

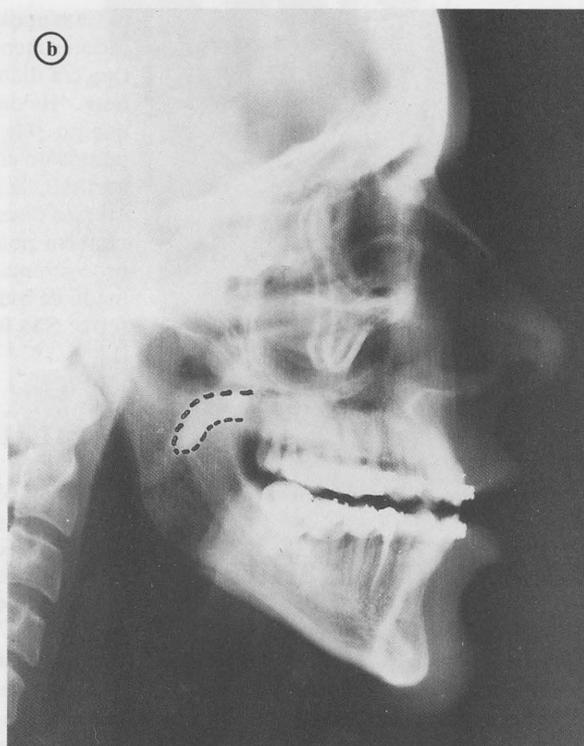
No momento estamos empenhados em outro trabalho, para verificar a possibilidade de utilização da mesma medida como diagnóstico de um distúrbio de articulação compensatório, observado na produção de fonemas plosivos bilabiais (/p/ e /b/). Com relativa freqüência, mesmo quando o selamento labial é adequado, o som plo-

sivo se articula no nível da glote, por adução e abdução bruscas das cordas vocais (golpe de glote). Nosso interesse se prende à constatação de que essa emissão parece estar associada a curvas de pressão oral de traçado irregular ou até mesmo a pressões nulas, em oposição aos traçados regulares, em pico, observados quando o paciente articula corretamente o fonema plosivo, apenas em níveis pressóricos mais baixos que os normais pela presença da IVF.

Com o mesmo propósito de avaliar o funcionamento do esfíncter velofaríngeano em pacientes portadores de fissura palatina, estamos iniciando um trabalho em colaboração com a fonoaudióloga Kátia F.G. Caldeira, utilizando nova abordagem metodológica. Partindo da



Radiografias laterais da cabeça durante a emissão sonora da vogal /i/ em indivíduo normal (a) e em portador de insuficiência velofaríngea (b). As linhas tracejadas evidenciam o palato mole em função.



fotos cedidas pelos autores

constatação de que a distribuição oronasal do fluxo aéreo gerado na fonação depende diretamente de uma atividade palatal eficiente, é nossa intenção medir os fluxos orais e nasais desenvolvidos durante a produção de fonemas vocálicos e consonantais com instrumentos como o pneumotacógrafo e o aerômetro de Svend Smith. Finalmente, pretendemos, no menor tempo possível, associar todas as medidas aerodinâmicas à análise eletromiográfica da musculatura dos órgãos fonoarticulatórios orofaciais.

Em virtude da natureza complexa do mecanismo velofaríngeano, estamos cientes das limitações próprias de cada método por nós estudado. Mas ao mesmo tempo podemos afirmar com segurança que as disfunções velofaríngeanas só podem ser bem compreendidas e diagnosticadas se aliarmos as informações de caráter perceptual e estrutural a dados fisiológicos quantitativos, que facilitarão até mesmo a avaliação dos resultados cirúrgicos e terapêuticos obtidos.

Inge Elly Kiemle Trindade

Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais, Universidade de São Paulo/Bauru

Alceu Sergio Trindade Junior

Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo/Bauru



extraído de Above Hawaii

nessa erupção, durante 30 dias. Os pesquisadores mencionam ainda que se registraram em diamantes, depois de lapidados a laser, ^4He distribuídos uniformemente, enquanto ^3He se concentravam em alguns pontos do cristal, o que também sugeriria a existência de reações de fusão a frio. O excesso de calor de Júpiter, segundo eles, também poderia ser atribuído ao mesmo processo no núcleo do planeta, que é formado de hidrogênio metálico e silicato de ferro. São hipóteses. Apenas hipóteses.

Fusão a frio natural?

Enquanto Fleishmann e Pons retiravam o seu artigo sobre fusão a frio, que haviam submetido à revista *Nature*, Jones e Rafelski tiveram o seu aceite para publicação. Além de abordarem questões relativas à pesquisa da fusão a frio, eles levantam hipóteses para explicar fenômenos geofísicos de causas obscuras. Segundo eles, o 'efeito Havaí', por exemplo, poderia ser descrito da seguinte forma: a água do mar contém deutério na proporção de cerca de uma parte para sete mil. Por subducção, a água é carregada para baixo da crosta terrestre, onde pode sofrer fusão pela reação $p + d = ^3\text{He} + \text{gama}$ (5,4 MeV), sob a extrema pressão e a temperatura ali verificadas. Cálculos indicam que uma contribuição substancial para o fluxo de calor através da crosta poderia vir da fusão a frio, o que explicaria a localização do vulcanismo em zonas de subducção. Os pesquisadores mencionam que o índice de ^3He e ^4He é alto em rochas, líquidos e gases provenientes de erupções vulcânicas. Além disso, acreditam que o trítio também é produzido por uma fusão tipo $d + d$. Uma vez que o trítio tem meia-vida relativamente curta (12 anos), tal observação sugere um processo geológico relativamente recente.

Na montanha Mauna Loa, no Havaí, o trítio foi monitorado de 1971 a 1977. A hipótese levantada no trabalho sobre a possibilidade de uma relação entre o nível de trítio e a atividade vulcânica é apoiada pelo fato de que a erupção do Mauna Ulu, em 1972, foi confundida com testes de bombas atômicas pelos aparelhos detectores. Jones e Rafelski estimam que o trítio então liberado emitiu cem curies por dia

Maquiagem malfeita

“Do descobrimento do Brasil até hoje só 5,12% da Amazônia foram desmatados.” Os dados são do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) e a afirmação, do presidente José Sarney, ao lançar o programa 'Nossa Natureza', no dia 6 de abril. A intenção era contrariar informações do Banco Mundial, que estimou o desmatamento em 12%. Muita gente ficou contrariada: em 20 dias, nada menos de 80 artigos foram publicados sobre o assunto, 30 deles acusando o presidente e o instituto de “maquiar os dados”. Mas a principal discordância veio de dentro do próprio Inpe: o pesquisador Vitor Celso de Carvalho, demissionário do Departamento de Sensoriamento Remoto, diz num dossiê de nove páginas: “As áreas de desmatamento foram divididas em dois grupos — desmatamentos recentes e antigos (anteriores a 1960). Na apresentação oficial foi utilizado apenas o percentual relativo aos desmatamentos recentes, num total de 251.429,5 km².” Em nota oficial de 11 de maio, o Inpe admitiu



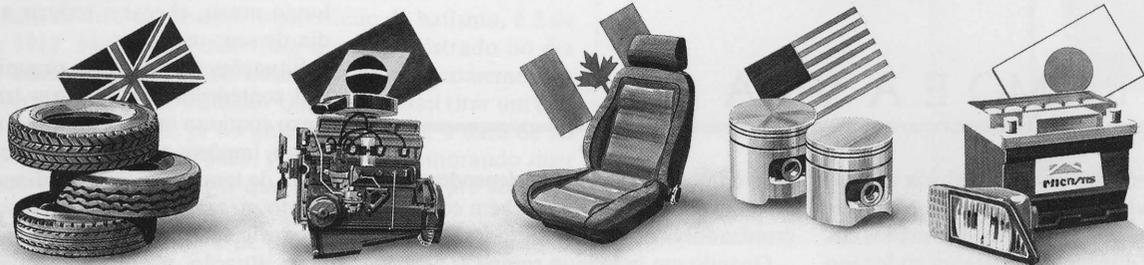
foto cedida por Arnaldo Carneiro Filho

isso, mas observou: “Não faz sentido considerar áreas de desmatamento antigo como elemento de preocupação para avaliação de impactos de políticas governamentais de ocupação da Amazônia.” Carvalho pensa diferente: “Somados os dois grupos, a devastação desde o descobrimento do Brasil seria de 343.975,98 km², o que leva aos seguintes índices: 7,01% (se for considerada a Amazônia Legal do Inpe, com 4.906.784,4 km²), 6,86% (se considerada a Amazônia Legal do IBGE, com 5.082.536,9 km²), 9,3% (se a base for a floresta amazônica, com seus 3.700.000 km²). Com relação a este último índice, o pesquisador ainda assinala que 9,3% não representam o desmatamento real da floresta, pois não incluem os estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso, onde a pressão antrópica tem sido muito intensa: “Levando-os em conta, talvez chegássemos ao índices obtidos por projeção exponencial pelo Banco Mundial.”

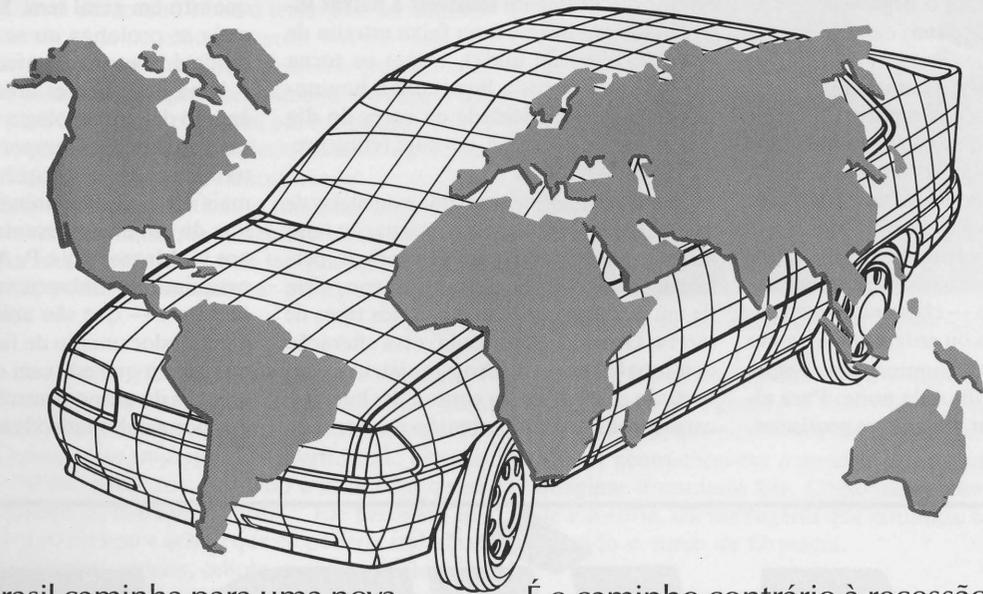
Radiação cósmica e ozônio

Com o lançamento, em final de abril, de três balões dotados de medidores de radiação cósmica, foi completada a primeira etapa do convênio firmado entre a Academia de Ciências da URSS (Instituto Geofísico Polar) e o CNPq (Instituto de Física da Unicamp). Os balões de polietileno, com 35 metros de comprimento por 40 de diâmetro, foram trazidos por quatro cientistas soviéticos, que participaram dessa primeira experiência, realizada em Bauru, no campus da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Destinam-se a medir simultaneamente os raios cósmicos e o ozônio na baixa atmosfera. O objetivo é testar teorias chinesas e soviéticas, segundo as quais, além da poluição, os raios cósmicos são também responsáveis pelas modificações verificadas na camada de ozônio em torno de nosso planeta. De acordo com Inácio Martins, da Unicamp, o campus de Bauru foi escolhido por ser distante do mar, o que facilita a localização dos balões. Além disso, será aproveitada a infra-estrutura do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Unesp, que possui aparelhagem adequada para recepção de sinais de rádio. Os dados obtidos serão analisados separadamente pelos pesquisadores dos dois países e confrontados em setembro, quando os brasileiros irão ao Instituto Geofísico Polar, na URSS.

INTEGRAÇÃO



COMPETITIVA



O Brasil caminha para uma nova etapa do seu desenvolvimento: a integração competitiva com o mercado mundial.

Hoje, o parque industrial brasileiro está entre os mais fortes e modernos do mundo. Capaz de fornecer produtos de ponta. Capaz de ser competitivo em preços e qualidade. Capaz, portanto, de participar da economia mundial em condições de igualdade.

Integração Competitiva significa maior penetração no mercado externo, crescimento do mercado interno, geração de empregos e elevação do padrão de vida do povo brasileiro.

É o caminho contrário à recessão, à estagnação e ao atraso.

Competir de igual para igual é o nosso desafio.

Um desafio que é também do BNDES, o banco do desenvolvimento brasileiro.

SISTEMA BNDES 
BNDES
FINAME
BNDESPAR
Secretaria de Planejamento
e Coordenação - SEPLAN

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
Nosso nome é nosso compromisso.

GOVERNO FEDERAL
TUDO PELO SOCIAL

CRONOBIOLOGIA

O RITMO E A VIDA

As expressões vitais da maioria dos organismos vivos alteram-se em ciclos de aproximadamente 24 horas, chamados circadianos. Graças a um sistema endógeno cujo comando está sediado no sistema nervoso central, essa ritmicidade, além de conferir uma ordem temporal interna aos fenômenos fisiológicos, assegura uma relação temporal adaptativa do organismo com seu meio ambiente. Esse tipo de ordenação entre os fenômenos vitais é condição necessária para que qualquer sistema biológico, em qualquer nível de organização — desde o subcelular até o orgânico —, expresse adequadamente suas características.

As relações temporais entre as diversas funções fisiológicas são mantidas graças a um sistema endógeno de temporização, multioscilar, cujo comando é realizado por marca-passos mestres existentes no sistema nervoso central. Já as relações temporais entre o organismo e o meio ambiente se devem ao fato de que os osciladores centrais, por sua vez, são sincronizados por fenômenos externos recorrentes — chamados sincronizadores, arratadores ou *zeitgebers* —, como os ciclos geofísicos de iluminação e temperatura próprios do dia e da noite. Para algumas espécies, além dos agentes geofísicos,

outros fatores, estritamente dependentes das relações sociais, atuam também como sincronizadores de extrema importância.

Quando um indivíduo rompe as relações temporais filogeneticamente selecionadas da sua espécie, fica em desvantagem, podendo mesmo correr risco de vida. As diferentes espécies animais têm todos os seus sistemas fisiológicos adaptados para lidar ativamente com determinado tipo de ambiente. Por exemplo, os animais tipicamente noturnos têm, em suas retinas, número muito maior de bastonetes (células fotorreceptoras altamente sensíveis a baixas intensidades de luz e a uma faixa estreita de comprimentos de onda), o que os torna muito menos aptos a lidar com a luminosidade e a multiplicidade de cores do dia que as espécies diurnas, em cuja retina predominam os cones.

No homem, existem sólidas evidências de que qualquer alteração da ordenação temporal interna implica, a curto prazo, perturbações do nível de alerta e do sono, além de um pior desempenho em vários tipos de tarefa. Quando prolongada, essa alteração ocasiona doenças neuropsiquiátricas (sobretudo distúrbios do sono e do humor), cardiovasculares (hipertensão e enfarte do

miocárdio) e gastrointestinais (gastrite e úlcera péptica). Quando afeta uma população, a desordem temporal interna pode, a longo prazo, chegar a reduzir a vida média de seus membros.

Situações geradas pela organização social contemporânea, como o trabalho de fluxo contínuo ou os vôos transmeridionais a jato, impõem sérios desafios ao nosso sistema de temporização circadiano, mobilizando mecanismos adaptativos nem sempre suficientes para assegurar o reajuste à nova situação. Assim, mais e mais pessoas se vêem forçadas a alterações não previstas filogeneticamente, como a de transformar-se de seres diurnos em noturnos; mais radicalmente ainda, o avião a jato faz com que, para alguns, noite e dia deixem de se suceder como o fazem há alguns bilhões de anos. Os desajustes que disto decorrem implicam, a curto prazo, queda do desempenho, com as muitas conseqüências que isto em geral tem. Se a situação anômala se prolonga ou se repete amiúde, a saúde é gravemente afetada.

Uma das maiores áreas de pesquisa no âmbito da cronobiologia tem por objeto essas perturbações temporais, buscando determinar suas conseqüências e as formas mais efetivas de combatê-las. É esta a linha de um artigo recentemente publicado por N. Mrosovsky e P. A. Solmon.* Estes pesquisadores submetem dois grupos de *hamsters* — que são animais noturnos — a um deslocamento de fase do ciclo de iluminação a que estavam sincronizados. Os animais do grupo controle foram distribuídos por gaiolas individuais, sem sofrer ma-

SAÚDE, A

Com o apoio do Governo do Estado, a Fundação Ezequiel Dias vem ampliando dia-a-dia a sua contribuição à saúde dos mineiros. Atuando de forma pioneira, ela desenvolve soros e vacinas e pesquisa novos meios de diagnósticos para doenças como AIDS e de Chagas.

Um verdadeiro centro de excelência, sempre buscando a auto-suficiência

em importantes setores da saúde pública.

Dentro desses objetivos, triplicamos a produção atingindo, ao final de 1988, 119.388.000 unidades de produtos líquidos. A produção de ampolas de soro antio para 208 mil unidades.

nipulação alguma, e o ciclo de luz foi adiantado em oito horas, antecipando-se a fase de escuridão. Os do segundo grupo foram submetidos a idêntico procedimento, com uma única diferença: no início da fase antecipada de escuridão, foram submetidos a três horas de atividade forçada. Os resultados mostraram que, enquanto os *hamsters* do grupo controle demoraram em média oito dias para se readaptar, os do grupo experimental o fizeram em pouco mais de um dia. A diferença é significativa e o achado parece de grande valor, pois sugere que a atividade física forçada, se realizada de forma adequada e no momento próprio, pode acelerar o ajuste do relógio biológico.

O experimento, no entanto, deixa em aberto algumas questões. Pode-se indagar, por exemplo, se não teria sido a pura e simples manipulação — e não a atividade física propriamente dita — a responsável pela mais rápida adaptação, uma vez que punha animais num estado de alerta tal que seus sistemas rítmicos circadianos ficavam mais facilmente expostos à ação dos sincronizadores ambientais. Esta dúvida é reforçada, aliás, pela informação, dada pelos autores, de que, enquanto os animais experimentais eram submetidos a atividade forçada no escuro, os de controle permaneceram dormindo, sem se expor, portanto, aos estímulos do ambiente.

A despeito desta restrição, a semelhança dessa situação experimental com a criada pelos vãos transmeridianos, em que, além do ciclo claro-escuro, todos os demais sincronizadores externos são deslocados, é

suficiente para que se recomende às vítimas do *jet-lag* — esse mal que tanto aflige pessoal de bordo e homens de negócio obrigados a suportar freqüentes trocas de fuso horário — uma interação ativa com o novo ambiente como forma de superar mais depressa o mal-estar e a queda de desempenho habituais nessas condições.

Há no entanto uma situação que, embora menos óbvia, é muito mais grave, tanto porque suas conseqüências são ainda mais danosas quanto por atingir número muito maior de pessoas: é a do trabalho em turnos alternantes. Nela, um único sincronizador — o horário de trabalho — é deslocado, enquanto os demais (como o dia e a noite e o ritmo de vida do restante da sociedade, com todos os seus reflexos nas relações pessoais) permanecem inalterados. Estabelece-se assim um conflito entre sincronizadores, o que é particularmente nocivo, uma vez que a reação adaptativa a tal situação pode provocar a desorganização temporal interna. De fato, nestes casos, a busca de estabelecer uma relação temporal estável entre os ritmos endógenos e os fatores cíclicos ambientes tem preço alto, acarretando, a longo prazo, os severos comprometimentos da saúde já mencionados.

É importante lembrar que nada menos que 25% do conjunto dos trabalhadores — empregados em setores os mais diversos, como comunicações, transportes, metalurgia, siderurgia, petróleo, petroquímica, serviços médicos e paramédicos, entre outros — estão submetidos a esse tipo de regime. Todas essas pessoas vivem permanentemente sujeitas a uma situação em que, co-

mo o demonstra a cronobiologia, o ser humano é exigido no limite de sua capacidade biológica, não havendo possibilidade de adaptação completa. Trabalhos realizados por nossa equipe de pesquisadores — do Grupo de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos, do Departamento de Fisiologia e Biofísica da Universidade de São Paulo — demonstram que os trabalhadores brasileiros não fogem à regra, e, quando submetidos a esse regime de trabalho, apresentam diversos e graves problemas de saúde.

Trata-se, portanto, de um tipo de organização do trabalho a ser evitado. Nos setores de interesse público em que é imprescindível (serviços de saúde, segurança e comunicações), deve ser modificado de forma a que os inevitáveis malefícios para a saúde do ser humano sejam minorados. Assim, nos turnos da noite, que são os mais críticos, deve-se reduzir o ritmo de produção por indivíduo, multiplicando o número de trabalhadores; estabelecer intervalos regulares após períodos de uma hora e meia ou duas horas de trabalho; proporcionar folgas mais freqüentes, que permitam às pessoas, de tempo em tempo, resincronizar-se com os fatores cíclicos ambientais e restabelecer a ordem temporal interna. Férias mais longas e aposentadoria precoce também se impõem, dada a elevada insalubridade do regime de rotação de turnos.

* *Nature*, vol. 330, pp. 372-373, 1988

José Cipolla-Neto

Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade de São Paulo

WINAS.



**Fundação
Ezequiel Dias**

de medicamentos,
entre comprimidos e remé-
dico passou de 122

Além disso, pela primeira vez, estamos produzindo soro anti-escorpiônico em nosso Estado. Tudo isso sem deixar de prestar importantes serviços à comunidade nas áreas de vigilância sanitária e epidemiológica. E a Fundação Ezequiel Dias e o Governo prosseguem firmes neste trabalho, cada vez mais vigilantes com a saúde de nosso povo.

Rua Conde Pereira Carneiro 80
Fone (031) 332-2077
30.550 Belo Horizonte MG

BIOQUÍMICA

ÓXIDO NÍTRICO: RELAXANTE ENDÓGENO DOS VASOS SANGÜÍNEOS

Praticamente desde que William Harvey descreveu a circulação do sangue, os fisiologistas reconhecem que cabe à parede dos vasos sanguíneos grande parte da responsabilidade em manter o sangue no estado líquido. Essa parede — chamada endotélio — é formada por células planas localizadas umas ao lado das outras e que, como um muro azulejado, revestem internamente veias e artérias, constituindo-se no único e monótono panorama 'visto' pelo sangue — em seu fluxo pelo interior do organismo.

Até há pouco tempo, a capacidade de repelir o sangue — e, portanto, de evitar sua coagulação — e de controlar a difusão de nutrientes e de substâncias a eliminar eram as funções mais importantes atribuídas às delgadas e pouco conspicuas células endoteliais. Não obstante, entre os especialistas, esta década será sem dúvida lembrada como a 'década do endotélio'. Deveríamos já ter suspeitado do papel central que hoje lhe reconhecemos, pois as células que o formam são apenas células brancas do sangue (macrófagos) deslocadas para cobrir a superfície dos vasos, dotados de potentes hormônios e receptores.

Os achados experimentais acumulados durante os últimos 15 anos fizeram com que hoje a célula endotelial seja considerada como uma célula 'pluripotente', à qual se atribui uma extensa lista de importantes funções. A título de exemplo, pode-se citar que ela (1) sintetiza componentes do tecido conjuntivo como a laminina e a fibronectina; (2) produz fatores anticoagulantes e fibrinolíticos, isto é, que destroem os coágulos, como o ativador de plasminogênio tissular; (3) secreta fatores de crescimento; (4) sintetiza derivados do ácido araquidônico, fundamentalmente a prostaciclina; (5) possui a capacidade de fixar diferentes lipoproteínas circulantes; (6) converte a angiotensina I inativa no potente vasoconstritor angiotensina II e inativa a bradicinina vasodilatadora; (7) por meio da enzima monoaminoxidase que con-

tém, inativa as catecolaminas e a serotonina. Vê-se, portanto, que as células endoteliais desempenham um papel central nas interações produzidas localmente com os distintos mensageiros transportados pelo sangue, o que converte o endotélio num órgão de grande atividade metabólica e endócrina.

O calibre dos vasos sanguíneos é um dos elementos centrais na fisiologia cardiovascular. Não é difícil entender porque: do diâmetro dos vasos em uma determinada área do organismo depende a subsistência das células ali localizadas. Esse calibre é resultado do grau de contração ou relaxação das células musculares lisas que formam parte da parede do vaso sanguíneo, separadas do sangue circulante precisamente pela delgada lâmina endotelial.

Entre as descobertas mais importantes da fisiologia na década de 1980 estará sem dúvida incluído o reconhecimento da célula endotelial como o regulador mais importante do tônus vascular. Os estudos pioneiros de Furchgott em 1980 revelaram que a presença das células endoteliais é imprescindível para que a acetilcolina — o neurotransmissor parassimpático — relaxe as artérias isoladas. Esta observação acarretou a identificação de um fator produzido por essas células, que foi denominado 'fator relaxante derivado do endotélio' (EDRF). A liberação deste elemento tão frágil quanto potente — sua vida média é de seis a 30 segundos — parece constituir a via final comum da ação que a maior parte dos agentes vasodilatadores humorais (como a histamina, a arginina-vasopressina e a serotonina) exerce sobre a célula endotelial. Esse fator atua estimulando a enzima guanilato-ciclase na célula muscular e, pela produção de GMP cíclico, a relaxa. As descobertas nessa área não param. Recentemente identificaram-se fatores derivados do endotélio que estimulam a contração do músculo vascular.

A natureza das ações do fator relaxante sugeriu a Furchgott e a Ignarro — ambos

trabalhando independentemente — que elas deveriam ser farmacologicamente idênticas às dos derivados nitrogenados usados em terapêutica humana como vasodilatadores, que atuam liberando óxido nítrico (NO). Foi assim que Furchgott propôs que o EDRF deveria ser de fato o NO. O grupo de Moncada, nos Laboratórios de Pesquisa da Wellcome, na Inglaterra, demonstrou em 1987, por meio de várias e complexas estratégias experimentais, que as ações do fator relaxante de fato poderiam ser reproduzidas pelo NO. Comprovou-se que o EDRF e o NO eram indiferenciáveis quanto à sua atividade biológica, sua estabilidade e sua suscetibilidade aos inibidores e potenciadores.*

Durante o ano de 1988, o mesmo grupo demonstrou que as células endoteliais produzem o NO a partir da L-arginina, o que abre interessantes possibilidades para o estudo da síntese do mediador em uma variedade de situações patológicas, como a hipertensão, a arteriosclerose e o espasmo vascular.** Recentemente, demonstrou-se que a L-arginina também é requerida para ativar os macrófagos ao estado bactericida/tumorocida e que, aparentemente, o NO atua como sinal intracelular para esse processo de ativação.*** Desta forma, o NO seria um mecanismo mais geral nos processos de ativação intracelular.

É apaixonante a descoberta de que as células endoteliais geram uma molécula inorgânica que, embora altamente instável, é tão simples e tão potente para regular o tônus vascular e, além disso, para inibir a agregação das plaquetas sanguíneas. Ela possibilita uma grande simplificação, ao demonstrar que há, na realidade, um 'nitrovasodilatador endógeno' e que os nitratos orgânicos empregados em terapêutica atuam por meio da formação enzimática desta mesma substância, o óxido nítrico. Durante décadas descobriram-se hormônios e mediadores baseados em complexas células orgânicas como esteróides, peptídeos, aminas, prostaglandinas e leucotrienos. Agora descobre-se, não sem surpresa, que uma das moléculas reguladoras mais fascinantes surge da simples combinação, um para um, dos principais elementos da atmosfera.

* *Nature*, vol. 327, pp. 524-526, 1987

** *Nature*, vol. 333, pp. 664-666, 1988

*** *Biochemistry*, vol. 27, pp. 8.706-8.711, 1988

Guillermo Jaim Etcheverry

Faculdade de Medicina,
Universidade de Buenos Aires

HEMISFÉRIOS ESPECIALISTAS

Seres humanos usam preferencialmente uma das mãos. Além disso, apenas um dos seus hemisférios cerebrais — geralmente aquele que controla a mão preferida — comanda os aspectos racionais da linguagem. Sempre se acreditou que, durante a evolução, essa especialização cerebral da linguagem e das habilidades manuais esteve na origem da especialização de várias outras funções. Essa tese acaba de ser desmentida por dois biólogos do Instituto de Tecnologia da Califórnia (EUA), Charles Hamilton e Betty Vermeire. Eles separaram cirurgicamente os hemisférios cerebrais de macacos Rhesus e treinaram os animais para discriminar faces de outros macacos, utilizando apenas um hemisfério em cada teste. Os resultados mostraram que, à semelhança do que ocorre nos homens, a capacidade de reconhecer faces é, também nos macacos, uma função geralmente localizada no hemisfério direito. Conclusão: ao contrário do que se pensava, na evolução dos primatas, a especialização hemisférica antecede o aparecimento da linguagem e da preferência manual.

Science, vol. 242, p. 1.691 (1988)

MEDO E TERROR

Chamam-se Phobos e Deimos — ‘medo’ e ‘terror’ — os satélites de Marte, corpos irregulares e cheios de crateras, descobertos há precisamente 111 anos. Só recentemente a composição da superfície desses objetos celestes começou a ser estudada, através de informações obtidas por sondas espaciais. Sem sair da Terra, trabalhando com emissões de radar, um grupo de pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (EUA) acaba de descobrir que a superfície de Phobos é mais lisa que a da nossa Lua, parecendo-se a certos asteróides considerados representativos dos primeiros objetos formados em nosso sistema solar. Havia grande interesse em comparar os resultados desse trabalho com as informações que chegariam da nave soviética Phobos II, que chegou às proximidades de Marte, mas perdeu o contato com a Terra por causas ainda não completamente explicadas.

Science, vol. 243, p. 1.584 (1989)

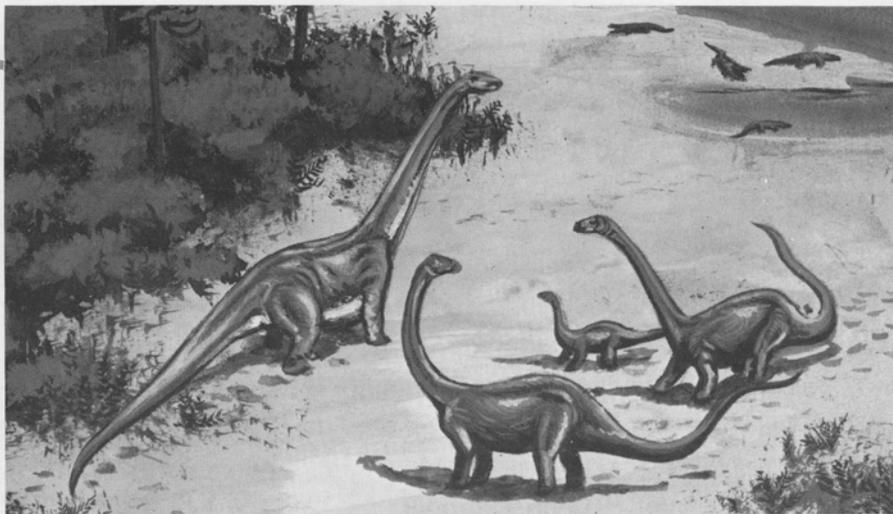


Ilustração Guita

OVO DE MILHÕES DE ANOS

No interior do estado de Utah (EUA), uma equipe de paleontólogos liderados por Karl Hirsh, da Universidade do Colorado, fez um raro achado: um ovo fossilizado de dinossauro, com 11 x 5,5 centímetros. Havia nele uma característica especial: dupla casca, uma fratura e uma massa, em seu interior, que se parecia a um embrião em idade precoce. Nos répteis atuais, os ovos adquirem uma casca adicional quando a oviposição é retardada por alguma patologia. Daí a conclusão de que a mãe dinossauro tenha sofrido algum tipo de traumatismo que, embora impossibilitando a postura do ovo, não impediu que ela vivesse o suficiente para que se formasse a segunda casca. No local da descoberta, havia restos fósseis de diferentes espécies de dinossauros. Os pesquisadores não puderam identificar a espécie a que pertencia o ovo, pois as imagens obtidas por tomografia computadorizada não permitiram discriminar detalhes do embrião.

Science, vol. 243, p. 1.711 (1989)

GOSTO AMARGO

É o sentido do paladar que adverte os animais da natureza nociva ou benéfica de uma planta levada à boca. Geralmente, as plantas venenosas são amargas. Por isso, a capacidade de sentir este gosto é de importância crucial. Para esclarecer como o sinal químico de ‘amargo’, presente na boca, é transformado em um sinal elétrico compreensível pelo sistema nervoso, um grupo de neurobiologistas da Universidade de Colúmbia, de Nova Iorque (EUA), liderado por Myles Akabas, separou células gustativas da língua de ratos para estudá-las individualmente com microele-

tródios capazes de detectar seus sinais elétricos. As células foram estimuladas com a mais amarga das substâncias conhecidas pelo homem — o denatônio — e observadas ao microscópio, através de um corante especial que fluoresce quando em contato com o íon cálcio. Verificou-se então que o gosto amargo do denatônio — mas não o doce da glicose — provoca um grande aumento de cálcio no interior da célula, que por sua vez faz aparecer na membrana celular uma diferença de potencial elétrico. No animal intacto, essa diferença de potencial provoca a liberação de uma substância neurotransmissora que entra em contato com o segundo neurônio da cadeia, gerando em sua membrana outro sinal elétrico capaz de conduzir a ‘informação gustativa’ para o sistema nervoso.

Science, vol. 242, p. 1.047 (1988)

HIV x AZT

Confirmado: a zidovudina (AZT), única droga considerada eficaz (pelo menos parcialmente) no tratamento da AIDS, provoca o aparecimento de vírus resistentes. A descoberta foi feita nos laboratórios da Wellcome, empresa britânica que comercializa o AZT. Os pesquisadores, liderados por Brendan Larder, isolaram vírus HIV (causador da AIDS) de pacientes não tratados e de pacientes tratados com AZT durante mais de seis meses. Testes posteriores indicaram que os vírus extraídos dos primeiros pacientes apresentam muito maior sensibilidade à droga. Como não se detectou alteração clínica na eficácia do medicamento, a descoberta não autoriza interrupção dos tratamentos em curso, mas aponta para a necessidade de desenvolver novas drogas anti-AIDS, de modo a utilizá-las de forma combinada, minimizando o aparecimento de resistência.

Science, vol. 243, p. 1.731 (1989)

QUANDO PESQUISA E IN

**Marília Rosa Milan e
José da Gama Malcher**

Financiadora de Estudos e Projetos

Jacob Frenkel

Faculdade de Economia e Administração,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Um dos meios considerados capazes de promover o avanço tecnológico de países de industrialização recente é o incentivo à formação de ambientes em que se faça presente a articulação universidade/centro de pesquisa/setor produtivo. No Brasil, diferentes experiências já permitem que se observe o desempenho de complexos desse tipo. Relações institucionais, circunstâncias econômicas, proximidade física entre os atores — quais são, afinal, os principais fatores para que se criem condições favoráveis a uma articulação entre instituições de natureza diversa, de forma a permitir trabalho conjunto, mutuamente vantajoso, nas diversas fases de desenvolvimento de um projeto tecnológico comum? E quais as dificuldades mais importantes?

A absorção de tecnologia externa é característica presente nas diferentes fases da industrialização brasileira. Houve, no entanto, mudanças evidentes na forma, na extensão e na profundidade como isso se deu. Até o período imediatamente posterior à Segunda Guerra Mundial, a tecnologia produzida nos países desenvolvidos entrava no Brasil, principalmente, através da importação de produtos industrializados e de mão-de-obra qualificada para a manipulação de equipamentos e a prestação de serviços. Nova fase se abriu na década de 1950, com a aceleração do processo de industrialização, que se baseou na substituição de importações e utilizou, em larga escala, a transferência de tecnologia estrangeira para o parque produtivo em vias de ampliação e diversificação.

A década de 1980 marca a abertura de outra etapa: já se produz, no Brasil, a maior parte dos produtos necessários, inclusive no que diz respeito aos bens de capital; empresas brasileiras competem no mercado internacional; alguns setores começam a gerar tecnologia. Alterações nos processos industriais (às vezes porque as matérias-primas nacionais apresentam características próprias), adaptações nos produtos (para satisfazer exigências também específicas do mercado local) e outros motivos induzem algum investimento em pesquisa. Mas não é só. Novos ramos industriais se instalam em áreas que manipulam conhecimentos de ponta —

informática, biotecnologia, química fina, novos materiais —, criando atritos e dificuldades que não estavam presentes nas fases anteriores.

Também internamente surgem tensões. Em certas áreas já se estabelece algum nível de competição entre empresas — especialmente aquelas inseridas em setores tecnologicamente muito dinâmicos — e centros de formação de recursos humanos qualificados. Coloca-se na ordem do dia a necessidade de novos instrumentos de política tecnológica.

Selecionamos, em nosso estudo, alguns casos em que projetos com riscos tecnológicos elevados, ou demandantes de muitos recursos, tornaram-se viáveis por causa da cooperação entre diferentes instituições. O formato institucional e o tipo de cooperação variaram, e não necessariamente as experiências foram feitas em setores de tecnologia de ponta. Mas apresentaram um aspecto comum: envolveram uma empresa (ou um conjunto de empresas), uma universidade (ou instituto de pesquisa) e um órgão, governamental ou não, sempre conduzindo à formação de um 'complexo tecnológico-industrial'. São José dos Campos (complexo aeronáutico), Campinas (telecomunicações), Florianópolis (microeletrônica e mecânica de precisão), Novo Hamburgo (couro e calçados) e São Carlos (parque tecnológico diversificado) foram os casos escolhidos para as pesquisas de campo, realizadas em fins de 1987.

DÚSTRIA SE ENCONTRAM

COMPLEXO AERONÁUTICO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (SP)

Na década de 1940 começou a estruturar-se no país a indústria aeronáutica. Treinamentos e contatos no exterior geraram a idéia de criar-se, em São José dos Campos, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), centro capaz de formar engenheiros com vocação para a pesquisa. Na década de 1950 implantou-se o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), onde seria iniciado, em 1965, o projeto que resultou na construção do Bandeirante, primeiro bimotor turboélice, inteiramente metálico, de fabricação nacional. Essa conquista só se tornou possível graças aos recursos humanos formados pelo ITA, que permitiram a criação e a posterior expansão do Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA). Embora tivesse havido apoio do Ministério da Aeronáutica aos projetos do CTA e de diversas empresas privadas, não se conseguiu durante algum tempo que o setor se consolidasse em nível industrial.

Na década de 1960, tendo em vista o desinteresse das empresas privadas nacionais pelo empreendimento aeronáutico, o governo fundou a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer), também em São José dos Campos, como sociedade de economia mista. Foram criados incentivos fiscais junto a pessoas jurídicas para a obtenção de recursos financeiros. Em 1962 o CTA planejou desenvolver aeronaves pequenas e médias, levando em consideração o mercado existente e não atendido pelas companhias aéreas, ocupadas apenas com as linhas servidas pelos jatos. No início da década de 1970, com o advento da crise do petróleo em escala internacional, surgiram restrições de natureza econômica ao uso indiscriminado destes últimos aviões, por seu alto consumo de combustível.

O mercado brasileiro era dominado por empresas estrangeiras, tendo à frente a Cessna, que não se interessava pela fabricação de aviões aqui, já que a demanda era pequena e não compensava os investimentos exigidos. A outra empresa, a Piper, também estrangeira, fez mais tarde um contrato de licenciamento com a Embraer, no qual era prevista a transferência de tecnologia para fabricação de aviões civis de médio porte. Diante do desinteresse das empresas líderes, o CTA optou pela fabricação de aviões de médio porte, visando ao transporte regional, dadas as dimensões continentais do país. Seguindo uma prática já existente no ITA, contratou então um especialista estrangeiro de renome para levar adiante o esboço de avião que estava sendo estudado a partir das especificações

feitas pelo Ministério da Aeronáutica. Este especialista coordenou o projeto e nucleou toda uma equipe, imprimindo ao CTA, ao longo do tempo, alta credibilidade técnica.

Logo após a criação da Embraer, o Ministério da Aeronáutica assinou um contrato para a aquisição de Bandeirantes e Xavantes, o que possibilitou recursos para o início da fabricação de aeronaves em uma escala mínima de produção. Diante disto, toda a equipe que trabalhara no CTA, com o especialista estrangeiro, transferiu-se para a Embraer. Posteriormente, contratos de licenciamento com empresas estrangeiras permitiram a fabricação de vários modelos de aviões, de início com importação de peças e, gradativamente, com produção própria.

A Embraer desempenhou efeito multiplicador, incentivando toda a geração de uma indústria de fornecedores de peças para suas aeronaves. Esta política permitiu o desenvolvimento e a absorção de novas tecnologias no país, nos campos da eletrônica, resistência de materiais, controles hidráulicos, soldas especiais, controle computadorizado, aparelhos de navegação, transmissão de rádio e estruturas aerodinâmicas, além de fabricação especializada de equipamentos. Com a consolidação da Embraer como indústria de grande porte, participando do mercado mundial, sua relação com o CTA mudou bastante: resume-se hoje, praticamente, ao uso do túnel de provas de aerodinâmica, à homologação dos aviões e à solicitação de cooperação eventual em serviços decorrentes de suas necessidades ou na investigação em técnicas que requerem pesquisa básica. Na fase de desenvolvimento, a Embraer, como várias indústrias, apóia-se num instituto de pesquisa ou em uma universidade. Com o domínio da tecnologia procurada e a implantação da linha de produção, essa relação tende a manter-se, para o aperfeiçoamento ou a pesquisa relacionada a alguma inovação que surja no mercado competidor. Exemplo típico dessa forma de cooperação ocorreu no caso da fibra de carbono, novo material usado para substituir partes de um avião.

Os projetos e a atividade de fabricação de aviões da Embraer não dependem mais do Centro Tecnológico Aeroespacial, que se dedica hoje a pesquisas de fundo científico ou tecnológico em vários campos, não necessariamente de interesse direto da Embraer. Através do Instituto de Fomento Industrial (IFI), o CTA estuda e coordena o desenvolvimento dos setores industriais ligados à atividade aeronáutica, incluindo a fabricação de materiais e peças. ▶

As empresas estrangeiras que dominavam o mercado nacional não se interessavam em promover a fabricação de aviões aqui. O trabalho do CTA e a posterior criação da Embraer modificaram a situação, exercendo efeito multiplicador sobre o setor industrial.

COMPLEXO DE TELECOMUNICAÇÕES DE CAMPINAS (SP)

A análise deste caso se baseou em visitas realizadas, em Campinas, ao Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD), a empresas receptoras de tecnologia e de produtos gerados no CPqD e à Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). A criação da Telebrás, em 1972, deu início a uma ação de longo prazo em pesquisa e desenvolvimento em telecomunicações, com o objetivo de reduzir a dependência externa do setor. A empresa passou a atuar na padronização de operações, sistemas e serviços, assumindo o controle de 97% das telecomunicações do país como *holding* do sistema, subordinada ao Ministério das Comunicações (Minicom). De 1973 a 1976, foram contratados diversos grupos universitários de pesquisa para desenvolver projetos de antenas e radio-propagação, comutação eletrônica temporal, telefonia rural, *lasers* semicondutores, fibras ópticas, transmissão de dados e microeletrônica. Esses estudos possibilitaram o estabelecimento de uma política tecnológica para as telecomunicações no Brasil. Em 1975, as indústrias passaram a participar dessa ação. Foram contratadas empresas para desenvolver projetos de antenas para comunicação por satélite, telefone-padrão brasileiro e modulador por código de pulso — todos, sem exceção, originados de universidades.

Em 1976, com pessoal egresso de universidades, principalmente da Universidade de São Paulo (USP), constituiu-se o quadro para a criação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), com o objetivo de criar tecnologia própria, prover o mercado de produtos adequados à realidade nacional e criar condições de absorção e fixação da tecnologia estrangeira necessária ao país. Suas metas específicas eram a busca de maturidade da indústria, a integração dos segmentos universitário e industrial e a capacitação nacional através de projetos considerados 'de risco suportável' (fora do CPqD) e 'com risco' (internos ao CPqD).

Desde seu surgimento, o CPqD passou a atuar como intermediário do modelo universidade/instituto de pesquisa/indústria. Sua integração com as universidades é feita através de apoio à pesquisa, básica ou aplicada, havendo atualmente projetos em áreas de comunicação por satélite, componentes, materiais, redes, transmissão digital e comunicações ópticas. Os contatos com o exterior são mantidos através de acordos internacionais, com casos de compra de tecnologia e contratação de peritos estrangeiros para o acompanhamento de projetos ou para treinamento de pessoal.

Até 1985, o CPqD fez contratos com mais de 20 empresas privadas, transferindo tecnologias relacionadas a comunicações por satélite, transmissão digital, comunicações ópticas e comutação eletrônica. Este processo pode ser feito através da compra de tecnologia, após a obtenção do protótipo

em laboratório, ou desde o início do projeto, com os quadros das indústrias participando do seu desenvolvimento no CPqD. Os contratos são, portanto, diferenciados, e o retorno é feito sob a forma de *royalties* variáveis, o que funciona como estímulo aos projetos conjuntos. Quando a indústria investe no projeto, as taxas são menores.

Como o sistema Telebrás é monopsônico — pois um só agente controla virtualmente todas as compras — e só admite produtos homologados no CPqD, o comando do intercâmbio fica a cargo das definições do sistema CPqD/Telebrás, que detém 50% da propriedade dos projetos encomendados a universidades. As maiores indústrias fornecedoras do setor são associadas a fortes grupos internacionais, mas é objetivo político do sistema ocupar espaços, gradativamente, através do desempenho de produtos nacionais no CPqD, que uma vez disponíveis passarão a ser comprados pela Telebrás. Assim, é aplicado o conceito de reserva de mercado para produtos, e a escolha de projetos é condicionada pelas necessidades do sistema Telebrás ou pelas chamadas oportunidades tecnológicas.

PARQUE TECNOLÓGICO DE SÃO CARLOS (SP)

Localizado no estado de São Paulo, este parque industrial tem como agentes nucleadores as universidades instaladas em suas proximidades. Foi implantado de forma gradativa, contando hoje com 40 micro e pequenas empresas industriais (23 na época em que fizemos a pesquisa de campo, o que demonstra o dinamismo do pólo). Em 1985 criou-se, com o apoio do governo, da associação de indústrias e da Prefeitura Municipal de São Carlos, a Fundação Parque de Alta Tecnologia (PAqTC), visando a incentivar o surgimento de empresas de alta tecnologia, acopladas à pesquisa universitária. A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade de São Paulo (USP) vêm obtendo avanços substanciais em áreas como óptica, engenharia mecânica e sanitária, ciências dos materiais e química. Antes mesmo da criação da PAqTC, algumas empresas nasceram de iniciativas isoladas de ex-alunos ou ex-professores, provenientes de diferentes centros universitários de São Carlos. A constante atualização tecnológica, através de pesquisas realizadas nas universidades e institutos ou desenvolvidas por pesquisadores independentes, permitiu maior racionalização na transferência de tecnologia a empresas nacionais.

A PAqTC presta assistência às empresas que porventura venham a se formar, munindo-as também de informações básicas sobre a legislação e o relacionamento com o setor público. Por outro lado, procura preservar a pesquisa na instituição de origem, para que não ocorram deformações nos objetivos maiores de cada organismo. Os antecedentes da pesquisa em São Carlos e o relacionamento posterior com a indústria têm origem, basicamen-

A criação da Telebrás, em 1972, deu início a uma ação de longo prazo no setor de comunicações, com o objetivo de reduzir nossa dependência externa. Há reserva de mercado para certos produtos e tenta-se aproveitar as oportunidades tecnológicas.

te, no Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa-UFSCar), no Laboratório de Máquinas-Ferramentas (Lamafe-USP) e no Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC-USP).

Com um corpo docente de formação diversificada, o DEMa acabou por constituir-se em uma proposta pioneira e inovadora para o Brasil, desenvolvendo atividades interdisciplinares no campo dos materiais. Em suas instalações, pesquisase nas áreas de cerâmicas, metalurgia e polímeros, e de suas interfaces, os materiais compósitos. Dá-se maior ênfase à área de engenharia dos materiais do que propriamente à ciência dos materiais, apesar da forte influência desta última na formação do departamento. Toda a capacidade tecnológica do DEMa, desde sua criação, foi colocada à disposição do setor produtivo. Inicialmente, esse relacionamento foi marcado pela prestação de serviços, basicamente ensaios físico-químicos, o que serviu para divulgação das atividades científicas. Também foi importante a abertura, aos alunos, de estágios supervisionados nas empresas.

O DEMa foi pioneiro na UFSCar em atender a solicitações de serviços à comunidade, inclusive porque, até então, seus equipamentos não eram utilizados em tempo integral. De um modo geral, esses serviços eram cobrados e os recursos obtidos, convertidos para a manutenção dos próprios equipamentos. O sucesso desta iniciativa foi tal que, em 1978, a universidade regulamentou e definiu a forma de utilização dos laboratórios, a tabela de serviços executados e seus respectivos preços. Apesar de as atividades de ensino e pesquisa permanecerem prioritárias, os recursos oriundos desses serviços chegaram a suplantar, em 1984, os recursos orçamentários provenientes da UFSCar.

O Lamafe, criado em 1961, dedicou-se praticamente às áreas de fabricação e de projeto de máquinas e ferramentas. Na década seguinte, com o apoio de agências governamentais, conseguiu firmar-se na pesquisa da tribologia (estudo do atrito), sendo ainda hoje um dos poucos grupos brasileiros especializados nesta área. O desenvolvimento desta área permitiu maior aproximação entre as pesquisas feitas anteriormente nos dois outros ramos convencionais e abriu caminho, já na década de 1980, ao quarto e último campo de atuação do laboratório: a metrologia. Hoje, é dos poucos centros de pesquisa completos no campo de máquinas-ferramentas no Brasil, capaz de inserir-se rapidamente na área de automação industrial. A introdução da pesquisa em metrologia mecânica deu, ao laboratório, condições de desenvolver técnicas e equipamentos de medição, entendendo o controle dimensional como atividade de suporte ao desenvolvimento dos projetos das outras áreas e como fundamento da qualidade industrial.

O envolvimento do laboratório com a indústria, ampliado no final da década passada, é considerado fundamental para o dimensionamento da pesquisa. Vários projetos foram realizados, entre os

quais retificação cilíndrica de mancais aerostáticos, banco de ensaios utilizados em barragens, dispositivo para medições de desvios em barragens, mancais hidrostáticos do cabeçote de uma retificadora cilíndrica, perfuratriz de tubulações para pilares de ponte sobre rios e bomba hidráulica de alta pressão, através de métodos computacionais usando elementos finitos.

O IFQSC, fundado em 1972, é um desdobramento da Escola de Engenharia de São Carlos, composto de um Departamento de Química e Física Molecular e de um de Física e Ciência dos Materiais. As pesquisas do primeiro desenvolvem-se em áreas convencionais — basicamente físico-química, química orgânica, química analítica, química inorgânica, bioquímica e física molecular — e em áreas aplicadas, quando são estudados problemas específicos do tipo dispersantes, baterias eletrolíticas e células fotogalvânicas. O segundo departamento dedicou-se inicialmente à pesquisa em física do estado sólido, tanto em nível teórico como experimental; posteriormente, novas áreas foram abrangidas, básicas e aplicadas, incluindo física atômica e molecular, estado sólido, biofísica, física matemática, física teórica, dosimetria, células solares, filmes finos e óptica. Apesar dos vários desenvolvimentos, passíveis de transferência ao setor produtivo, o instituto ressentiu-se da inexistência de mecanismos que facilitem tal repasse. Recentemente, vêm sendo feitos trabalhos de aplicação imediata em biofísica molecular, física aplicada, crescimento e caracterização de cristais, isolantes e semicondutores, instrumentação eletrônica e óptica. De caráter menos imediato, podem ser citadas as áreas de vidros e cerâmicas.

COMPLEXO DE MICROINFORMÁTICA DE FLORIANÓPOLIS (SC)

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Escola de Engenharia Industrial foram criadas na década de 1960, introduzindo o estágio obrigatório, a prestação de serviços à indústria e o estímulo à dedicação exclusiva e ao aperfeiçoamento dos docentes, com ênfase na formação pós-graduada estrita. Seu primeiro curso de pós-graduação, em engenharia mecânica, abrangeu as áreas de fabricação, projeto, termotécnica, engenharia industrial e engenharia de produção. A partir de 1975, consolidou-se o processo de evolução deste departamento, através de um acordo de cooperação técnica com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e com um organismo da Alemanha. Iniciou-se um intercâmbio de professores para a implementação de linhas de pesquisa, uma cooperação com a indústria e a realização de doutoramento naquele país. Com os recursos advindos do governo brasileiro, foram obtidos equipamentos e implantados laboratórios, linhas de pesquisa e cursos nas áreas de vibração e ruído. ►

O PAqTC apresenta grande dinamismo, contando hoje com 40 micro e pequenas empresas industriais de alta tecnologia, em geral acopladas à pesquisa universitária.

Em Santa Catarina, a elaboração de projetos especiais, unindo universidade e indústrias, se traduziu em um incremento da pesquisa.

O CTCCA não tem fins lucrativos e atua nas áreas de pesquisa, assistência à indústria, formação de recursos humanos, documentação e informação.

No final da década de 1970 foi criado o Laboratório de Metrologia (Labmetro), atuando nas áreas básicas de mecânica de precisão, óptica, eletrônica (analogica e digital), microeletrônica, física e informática. Em 1984 nasceu o Centro Regional de Tecnologia em Informática (Certi-SC), com os objetivos de: desenvolver pesquisas para gerar, adaptar ou fixar tecnologias necessárias ao país; desenvolver projetos pioneiros em conjunto com as indústrias, empresas de engenharia e universidades; desenvolver sistemas e produtos para automação industrial; e apoiar o crescimento da indústria de informática na região. Seu vínculo com a UFSC é e continuará sendo expressivo, até poder gerar recursos necessários para a compra de ferramentas, instrumentos e equipamentos. O Certi está basicamente voltado para automação industrial, instrumentação e sistemas de controle de processos de alta tecnologia, vinculando-se intimamente a núcleos de pesquisa do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. O crescimento do relacionamento dos diversos núcleos com esse departamento permitiu que houvesse uma escolha cada vez mais acurada de projetos. Organizaram-se ainda novos grupos de pesquisa tecnológica, como o Laboratório de Projetos, que tem atuado em projetos de engenharia assistidos por computador.

A experiência com a indústria na elaboração de projetos especiais traduziu-se em um incremento da pesquisa. A manutenção deste relacionamento passou a ser condição necessária ao desempenho acadêmico conseguido por este departamento. Em 1986, foi assinado um convênio entre o governo de Santa Catarina, a Prefeitura Municipal de Florianópolis e a UFSC, visando à consolidação do Complexo Industrial de Microinformática, com o objetivo de dinamizar a indústria de alta tecnologia no estado. O complexo deverá constar de três pólos distintos: a 'incubadora empresarial e tecnológica', um espaço físico capaz de abrigar trabalhos que podem ser compartilhados por mais de uma empresa em fase de implantação; o 'condomínio de indústria', um centro de localização condominial de empresas mais desenvolvidas; e o 'distrito industrial' propriamente dito. Os dois primeiros já estão sendo implantados, sendo o Certi responsável pela coordenação do projeto 'incubadora'.

Uma vez cumprido o requisito de desenvolver um projeto que envolva tecnologia de ponta, quatro possibilidades se abrem para o enquadramento de uma empresa no âmbito do Certi: 'criação de nova empresa por pessoa física', 'criação de nova empresa por pessoa jurídica', 'empresa existente com instalações precárias' e 'desenvolvimento de produto de empresa existente'. O projeto é analisado pelo Certi e pelos signatários do convênio, e, para a avaliação tecnológica, levam-se em conta aspectos de *software*, micromecânica, microeletrônica e instrumentação. Até o final de 1986, das 14 empresas proponentes para participação do projeto 'incubadora', foram aceitas oito.

CENTRO TECNOLÓGICO DE COURO, CALÇADOS E AFINS, NOVO HAMBURGO (RS)

O processo industrial de calçados na região de Novo Hamburgo foi iniciado aproximadamente em 1910, de forma artesanal, por imigrantes alemães, que instalaram os principais frigoríficos para possibilitar um melhor aproveitamento das peles. A mecanização de curtumes e indústrias de calçados foi introduzida após a Segunda Guerra Mundial. Na década de 1960, o setor desenvolveu-se de forma intensa, importando máquinas e equipamentos da Europa. A partir de 1970, o modelo de substituição de importações fortaleceu a indústria nacional de equipamentos, através de cópias, situação ainda hoje existente.

A idéia de criação, em 1972, do Centro Tecnológico de Couro, Calçados e Afins (CTCCA), anteriormente denominado Instituto Brasileiro de Couro, Calçados e Afins, surgiu na Escola Técnica de Curtimento, em Estância Velha (RS), com o apoio de industriais do setor de curtumes, tendo em vista as dificuldades que a indústria enfrentava na exportação de calçados. A iniciativa partiu da Federação e do Centro das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul e do departamento regional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-RS). O modelo foi baseado nos Centros Técnicos do Couro (CTC), em Lyon (França) e Satra (Inglaterra) e no congêneres alemão.

O CTCCA é uma organização sem fins lucrativos, que atua nas áreas de pesquisa, assistência à indústria, desenvolvimento de recursos humanos, documentação e informação. Em pesquisa, implementa projetos nos campos de desenho industrial, normas técnicas e padrões de qualidade, máquinas e implementos, matérias-primas e componentes. O desenvolvimento de recursos humanos é realizado através de cursos técnicos e práticas no Centro ou nas empresas do setor, por solicitação destas. A assistência técnica visa à elaboração de testes e emissão de laudos para a avaliação da qualidade da matéria-prima e do produto final, principalmente no caso de empresas exportadoras. São realizados testes físicos e químicos em cabedais e forros, solas de couro e solas de borracha; testes de viscosidade, sólidos totais e aptidões à colagem em colas e adesivos; e outros (em embalagens e fixação de pregos, por exemplo).

Entre tecnologias desenvolvidas ou transferidas, podem ser citados alguns equipamentos: flexômetro para cabedais, flexômetro para solado, abrasímetro, aparelho para teste de adesão, dinamômetro manual, aparelho para teste de fixação do acabamento do couro, aparelho para teste dinâmico e contínuo para saltos, almas de aço, enfraque de solados e cepas. A tecnologia gerada é repassada gratuitamente às empresas associadas, caso os recursos necessários à pesquisa sejam oriundos do próprio CTCCA ou obtidos a fundo perdido. Havendo financiamento para viabilização de novos

projetos, o custo do desenvolvimento é repassado ao comprador. Através do Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro), o Centro recebeu recursos para gerar aproximadamente 60 normas técnicas.

A interação com o sistema produtivo, órgãos de pesquisa e escolas técnicas é feita através de convênios de cooperação, como os mantidos com instituições técnicas de nível médio. Não existe um relacionamento formal entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o CTCCA. Recentemente, houve uma proposta para desenvolvimento na área de computação gráfica, com a colaboração da UFRGS. Há também a possibilidade de um trabalho conjunto com o CTCCA no desenvolvimento da leitora de fôrma, que deverá contar com o envolvimento da UFSC e de uma empresa fabricante de equipamentos eletrônicos para a produção de couro em Novo Hamburgo. Há dois anos, teve início um programa de automação industrial, cuja primeira etapa baseia-se na automação pneumática, com participação direta de uma empresa de São Leopoldo (RS). Na área de planejamento de controle de produção há intercâmbio com o curso de pós-graduação em administração da UFRGS. Não foi observada a formação de empresas a partir do CTCCA.

CONCLUSÕES

No Brasil, são várias as modalidades de articulação entre universidades, centros de pesquisa e setor produtivo. Não necessariamente se repete entre nós o modelo dos *science parks*, em que empresas de alta tecnologia se desenvolvem nas proximidades dos centros universitários mais importantes. Dos casos aqui tratados, apenas São Carlos pode ser assim caracterizado.

As políticas de compras das empresas estatais e de outros setores do governo exercem influência tradicional no ambiente econômico brasileiro e garantem mercados a novas empresas que operam com tecnologia avançada. Este poder contribuiu decisivamente para o sucesso dos complexos Aeronáutico e de Telecomunicações, além de outros, como os ligados à indústria do petróleo. Mas se deve notar que os centros de pesquisa de algumas destas empresas desenvolvem produtos e processos que não necessariamente passam a integrar as atividades produtivas nelas realizadas. Muitas vezes ocorre o repasse da nova tecnologia a outro agente privado, com uma garantia temporária de exclusividade de mercado.

Outro caso enfocado diz respeito a indústrias convencionais em rápido processo de modernização, utilizando avanços gerados em 'cooperativas tecnológicas' que se estabeleceram em regiões onde predomina a produção industrial convencional (calçados, móveis, vestuário) e é marcante a presença de empresas de porte pequeno e médio. Este esforço de modernização pode incluir aumento no uso de processos automatizados, incentivando a

instalação de empresas de alta tecnologia nas vizinhanças dessa indústria convencional, tendo em vista, por exemplo, o fornecimento de equipamentos de controle lógico-programáveis.

Com exceção do Complexo de Couro e Calçados, em todos os casos a proximidade, ou inter-relação, com pelo menos um centro universitário de excelência em áreas tecnológicas, parece ser um fator de sucesso. Note-se, no entanto, em vários casos, a presença de um centro de pesquisa ou de laboratórios universitários especializados, que cumpram papel de intermediação no processo de transferência de tecnologia para o setor produtivo.

Ainda que às vezes pouco visíveis e realizados de diferentes formas, os contatos com o exterior podem ser considerados outro indicador de probabilidade de sucesso. No caso da indústria aeronáutica, foi fator decisivo a contratação de especialistas estrangeiros na época de implantação do CTA. O mesmo se pode dizer de uma experiência não relatada aqui, a da informática, especialmente no que diz respeito ao projeto e fabricação de minicomputadores no país, desenvolvido a partir da Universidade de São Paulo. Nas demais situações descritas o contato foi feito naturalmente pelas universidades, com formação de pessoal fora do Brasil e contratação de professores visitantes, destacando-se a utilização quase permanente, pelo Centro de Pesquisas da Telebrás, de consultores estrangeiros aqui residentes. Para a implantação do Centro Regional de Tecnologia em Informática (Santa Catarina) houve convênio específico com um organismo alemão.

Resumindo, podemos destacar como principais fatores de sucesso para os empreendimentos analisados a presença de um centro universitário de excelência em áreas tecnológicas, de centros de pesquisa ou de laboratórios universitários especializados; o bom aproveitamento de contatos com o exterior; o poder de compra do Estado; e a existência de um agente que fixe objetivos e coordene esforços para alcançá-los. Como principais dificuldades, destacamos o relacionamento nem sempre claro entre pesquisadores universitários e suas instituições; a evasão predatória de quadros universitários para as empresas; o aporte insuficiente de recursos para investimento em empresas de alta tecnologia; e a limitação, quantitativa e qualitativa, dos recursos humanos disponíveis.

As análises que fizemos têm um caráter exploratório e preliminar. A difusão de tecnologias avançadas é recente no país, e o número de projetos dessa natureza começou a multiplicar-se apenas nos últimos anos, nem sempre com o apoio necessário por parte das agências governamentais. Por outro lado, percebe-se que o financiamento é um instrumento de eficácia limitada. Os organismos públicos de fomento a tecnologias avançadas em países de industrialização recente, como o Brasil, devem encontrar soluções originais, apropriadas às realidades específicas, para apoiar tais projetos. ■

Nossos órgãos públicos de fomento à difusão de tecnologias avançadas devem encontrar soluções originais, apropriadas às realidades específicas.

A SEGURANÇA DE ANGRA I

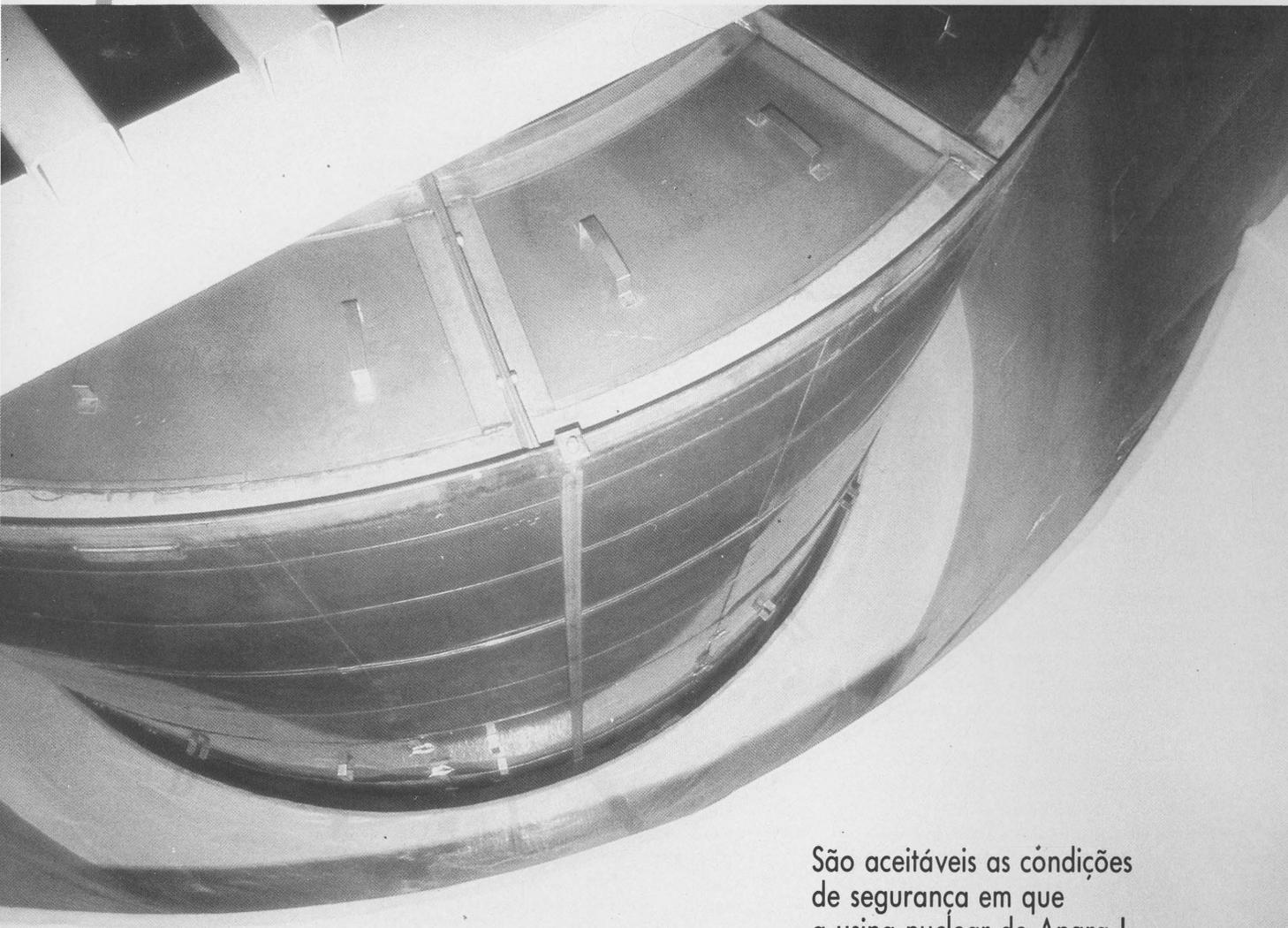


foto Furnas

Luís Pinguelli Rosa

Coordenação dos Programas de
Pós-Graduação de Engenharia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

São aceitáveis as condições de segurança em que a usina nuclear de Angra I vem operando?
Qual o impacto da central sobre o ambiente, mesmo em condições normais?
Que destino se prevê para os rejeitos radioativos ali produzidos?
Qual a confiabilidade dos planos para situações emergenciais?
Que nível de entrosamento existe entre os diversos órgãos envolvidos?

Assim como ocorre com outras tecnologias, nenhuma providência elimina completamente o risco inerente ao uso da energia nuclear. É possível, no entanto, reduzir consideravelmente as possibilidades de contaminação do ambiente — por acidentes ou pela manipulação de materiais radioativos — até atingir níveis considerados aceitáveis pela sociedade. Cabe a esta, através de suas instâncias legítimas, a decisão de arcar ou não com o ônus, o que pressupõe uma avaliação da natureza dos riscos, dos benefícios esperados e das alternativas disponíveis para cada caso. Não se trata de decisão simples. Envolve um conjunto de procedimentos, tanto de natureza técnica como política, e um confronto de idéias divergentes, condição para o amadurecimento da questão. Ópticas diversas devem ser respeitadas. Por isso, é fato relevante e positivo a preocupação que começa a ser demonstrada pelos poderes Judiciário e Legislativo com um assunto até aqui marcado, no Brasil, pela excessiva centralização.

Em novembro de 1988, no contexto de uma ação movida por Carlos Minc e Fernando Gabeira (que têm como assistente técnico o físico Anselmo Paschoa, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro), fui convocado pela juíza Maria Teresa Lobo para visitar as instalações da usina nuclear de Angra I, na qualidade de assistente técnico da União. O objetivo: fazer uma avaliação de suas condições atuais de funcionamento (ver 'Como funciona o reator de Angra', 'Caminhos e descaminhos da energia nuclear' e 'Um reator nuclear pode explodir?', em *Ciência Hoje* n.º 8). A visita compreendeu o reator (especialmente a sala de operação e controle), as instalações anexas, o laboratório de radioecologia, a piscina de guarda do com-

bustível irradiado (rejeito de alta radioatividade) e as instalações de encapsulamento e de guarda dos rejeitos de baixa e média radioatividade.

Tomei como ponto de partida o relatório sobre a segurança operacional da usina, produzido pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) em 1986, no contexto de uma auditoria solicitada por Furnas Centrais Elétricas, empresa brasileira que opera a central. A missão da AIEA, denominada Operational Safety Review Team (Osart), destacara diversos pontos críticos, que me permitiram enumerar 33 quesitos, apresentados de forma individualizada e sumariamente comentados no fim deste artigo. Minha expectativa era de que na visita — e nas reuniões específicas que ela ensejava — eles fossem respondidos pelo corpo técnico responsável. Na maioria dos casos obtive esclarecimentos satisfatórios. Em outros, pude constatar que os problemas apontados em 1986 permanecem atuais. Limite-me aqui a comentar alguns aspectos, a saber: as atuais condições de operação da usina, os seus impactos sobre o ambiente, os rejeitos radioativos, e, finalmente, o plano de emergência para a região em caso de acidente. A figura 1 apresenta uma síntese dos problemas que serão discutidos.

Entre a visita e a elaboração do meu relatório ocorreram tremores de terra em Monsuaba, área próxima da usina. Mas as intensidades não foram elevadas, ficando longe do nível a partir do qual os sensores existentes em Angra I desligariam o reator, projetado para resistir a acelerações de até 1/10 da gravidade por abalos sísmicos. Portanto, não houve problemas (ver 'Abalos em Angra: nenhum perigo à vista', em *Ciência Hoje* n.º 50, p. 77).

Na ocasião da visita, o reator estava operando com cerca de 80% de sua potência máxima. Verificaram-se, na sala de operação, algumas melhorias decorrentes das instruções da AIEA: aperfeiçoamento do sistema de cartões de avisos no painel de controle, instalação de mostrador digital para monitoração do reator e climatização da sala contígua à do controle, para o caso de emergência. Está prevista para 1989 a instalação de um moderno sistema de monitoração com *displays* mais informativos, de modo a melhorar a interface dos operadores com os equipamentos. Também foram adotados diversos procedimentos preventivos, destacando-se o conjunto de modificações destinadas a impedir perda completa de suprimento interno e externo de energia elétrica. O número de geradores de emergência foi duplicado.

Outras medidas recomendadas pela AIEA não foram implementadas. Embora não possa ser considerado grave, deve-se registrar que falta, por exemplo, um simulador com uma réplica da sala de operação, destinado ao treinamento do pessoal técnico e à avaliação de procedimentos de operação. Furnas considerou a instalação deste equipamento apenas como uma recomendação e decidiu não implementá-la em Angra I por causa do custo elevado. A empresa lembrou que muitas usinas, em diversos países, também não possuem simulador. Deve-se recordar, no entanto, que os acidentes de Three Mile Island (EUA) em 1979 e de Tchernobyl (URSS) em 1986 mostraram que falhas humanas são um aspecto crítico da operação de usinas nucleares, o que em tese aconselha o máximo rigor na preparação do pessoal. Há, na central, o simulador de Angra II (reator em construção), mas ele não se presta ao trei- ▶

Síntese dos problemas levantados nas visitas à Angra I e à CNEN

Problemas	Providências necessárias	Responsabilidade	Gravidade	Urgência
<ul style="list-style-type: none"> • Problemas gerais do reator e da operação • Corrosão do gerador de vapor 	<ul style="list-style-type: none"> • Maioria dos quesitos formulados a partir da Osart • Monitoração permanente 	<ul style="list-style-type: none"> • Furnas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequena e média 	<ul style="list-style-type: none"> • Médio prazo
<ul style="list-style-type: none"> • Destino dos rejeitos de baixa e média radioatividade • Destino dos rejeitos de alta radioatividade 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição • Apresentação de projeto de lei para localização do depósito final • Elaboração de estudo sobre localização do depósito e alternativas de armazenagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Furnas Westinghouse • CNEN • CNEN 	<ul style="list-style-type: none"> • Média • Média • Muito alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Médio prazo • Médio prazo • Longo prazo
<ul style="list-style-type: none"> • Plano de emergência para acidente nuclear 	<ul style="list-style-type: none"> • Reelaboração de plano aberto à sociedade 	<ul style="list-style-type: none"> • CNEN • Ministério do Exército • Ministério do Interior 	<ul style="list-style-type: none"> • Muito alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Curto prazo

Fig. 1. A tabela resume os problemas levantados nas vistorias à Angra I e à CNEN, indicando as providências julgadas necessárias, a responsabilidade de principal, a gravidade estimada e o grau de urgência na implementação.

namento dos operadores de Angra I, que são preparados e reciclados fora do país. Outra sugestão da missão Osart — a de realizar-se treinamento de operação mais amplo, incluindo situações de acidentes — foi acatada de modo parcial, já que Furnas não considerou factível treinar pessoal em condições estressantes.

Depois da sala de operação, discutimos um aspecto mais grave: a situação do gerador de vapor, que não recebera a devida atenção da Osart no que diz respeito aos problemas de corrosão. Trata-se de um vaso muito grande, onde entram tubos com forma de U invertido, de pequeno diâmetro, feitos de uma liga especial, chamada inonel. Como mostra a figura 2, por dentro deles passa a água do circuito primário de refrigeração, que vem do núcleo do reator, onde entra em contato com o combustível nuclear, tornando-se radioativa.

O gerador de vapor é fundamental para remover calor do circuito primário. Se falhar, pode causar problemas de refrigeração no núcleo do reator. Além disso, pode haver ali contaminação radioativa da água do circuito secundário, também com graves conseqüências. Os trabalhos de manutenção exigem a entrada de operários no gerador de vapor, o que só pode ocorrer — com roupas especiais e por prazos de poucos minutos — depois de se desligar o reator, diminuir a radioatividade ambiente e esvaziar a água ali acumulada. O risco ocupacional a que estão expostos os trabalhadores que executam essa tarefa tem sido apontado como um aspecto crítico. Mas não é o único. Nos Estados Unidos, na Espanha e na Suécia, por falha de projeto, reatores Westinghouse semelhantes a Angra I apresentaram trepidação excessiva dos tubos em U, com conseqüente falhamen-

to. Por isso, em nosso caso, foi preciso corrigir a entrada de água do circuito secundário. Segundo a informação obtida na visita, o defeito foi reparado e o funcionamento tem sido satisfatório. O problema atual é a má qualidade do inonel que, sujeito a acelerada corrosão, inutiliza progressivamente os tubos em U.

Por tudo isso, esta parte do reator deve ser monitorada continuamente, de modo a verificarem-se as possíveis falhas nas tubulações, decorrentes da corrosão ou da trepidação, que voltará a ocorrer se o defeito de fabricação reaparecer. Admite-se hoje que, por causa da corrosão, será necessário substituir os geradores de vapor em um prazo bem menor do que o previsto para a vida útil do reator. Isso acarretará a abertura da parede estanque do prédio de contenção, com custos altíssimos e enorme prejuízo.

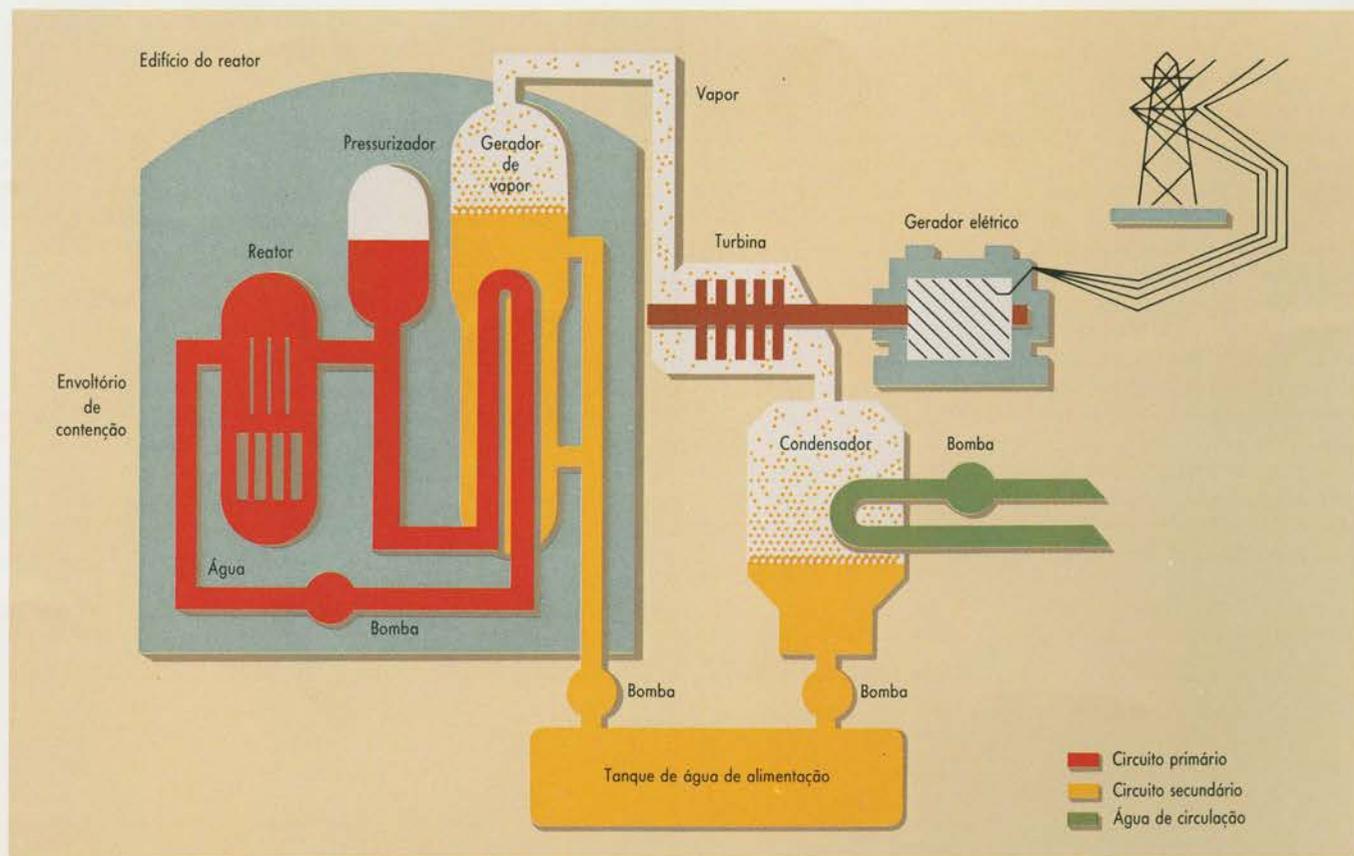


Fig. 2. Representação esquemática da central nuclear, com destaque para o desenho dos circuitos primário e secundário de refrigeração. No núcleo do reator, em contato com as barras recheadas de óxido de urânio enriquecido, a água é aquecida a até 300°C e se torna radioativa. Mantida sob pressão de 150 atmosferas, é conduzida em fase líquida, pelo circuito primário, até o gerador de vapor, sempre dentro do prédio de contenção. Este gerador é um grande vaso onde os tubos do circuito primário, devidamente aquecidos, assumem a forma de U invertido e ficam mergulhados na água do circuito secundário. Esta, transformada em vapor, vai acionar a turbina acoplada ao gerador elétrico. Passa depois pelo condensador, cujas tubulações transferem, à água do mar, o calor residual. Neste ponto o vapor passa à fase líquida, e o retorno da água fecha o circuito. Em situações normais, as águas dos dois circuitos não se misturam. Registre-se que, em Angra I, os tubos em U estão sujeitos a forte corrosão. Pelo mesmo motivo, já foram substituídas as tubulações do condensador, que ficam em contato com o mar. Essas questões não receberam a devida atenção da missão Osart.

As questões referentes à proteção radiológica dizem respeito à prevenção dos efeitos da radioatividade liberada pelo reator em operação normal. Deve-se proteger tanto os que trabalham na usina, para reduzir ao mínimo os riscos ocupacionais, como a população das áreas vizinhas, limitando os efluentes radioativos do reator para o ambiente durante o seu funcionamento rotineiro.

Em 1986, quando da missão Osart, foi constatada a ausência de equipamentos de proteção radiológica no sistema de amostragem do circuito primário. O problema não foi solucionado: ainda se estuda a colocação da blindagem requerida, que parece ser efetivamente necessária. Quanto aos limites de exposição à radioatividade derivados das doses primárias estabelecidas pelas novas normas da Comissão Internacional de Proteção Radiológica, o trabalho de adaptação é complexo. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) tem prazo até 1990 para rever todas as especificações e padrões de proteção.

Também cabe à CNEN regulamentar os limites para a liberação de efluentes radioativos para o ambiente durante a operação normal da usina. No momento, as normas adotadas têm caráter experimental. Parte-se do conceito de dose máxima permitida para uma pessoa ou um grupo populacional e calculam-se os níveis máximos toleráveis de liberação de radioatividade pela usina. O problema é que as variáveis são avaliadas com margem de incerteza e os modelos não são exatos, apresentando resultados diferentes, conforme as hipóteses adotadas. Há, portanto, uma faixa de escolha, que deve ser objeto de definição por parte da CNEN. A situação neste aspecto é semelhante à anteriormente descrita, pois ainda se aguarda a implementação das novas normas internacionais, recomendadas pela auditoria da AIEA. Parece importante que a CNEN e a Subcomissão de Proteção Radiológica do Conselho Superior de Política Nuclear produzam um documento, a ser discutido com a comunidade científica, que defina procedimentos claros de determinação dos limites para a liberação dos efluentes radioativos pela usina:

Para monitorar eventuais consequências da usina sobre animais e vegetais da região, há um laboratório de radioecologia. Em 1985 um deslizamento de terra soterrou o laboratório original, arrastando para o fundo do mar, entre outros equipamentos, pequenas fontes radioativas, que estavam protegidas por blindagens. Até agora, segundo Furnas, não houve indícios de con-

taminação, mesmo pequena. Por causa da baixa intensidade das fontes, efetivamente não deve haver contaminação grave. Entretanto, é preciso monitorar permanentemente a água e o fundo do mar na área.

Mais recentemente o laboratório foi reconstruído em outro local, desta vez seguro. Nele, são estudadas amostras de seres vivos de diversos tipos, coletados periodicamente em pontos selecionados. Também são feitas medidas na água superficial, no leite e no pasto. Já foram constatadas pequenas alterações nos níveis locais de radioatividade, mas eles sempre se mantiveram muito abaixo dos índices permitidos pelas normas internacionais.

Na área, tem sido observada em algas e sedimentos uma presença muito pequena de cobalto-58 e cobalto-60, isótopos radioativos que são emitidos pela usina. Mas os valores são mínimos, situados no limite de sensibilidade dos aparelhos de detecção. Outro isótopo radioativo emitido é o trítio, que fica incorporado às moléculas de água (no lugar do hidrogênio comum). A técnica de medida não é suficientemente sensível para detectá-lo em níveis muito baixos, e talvez por isso ele não tenha aparecido em nenhum rastreamento feito. Tudo indica, portanto, que os padrões internacionais têm sido folgadoamente obedecidos. Uma varredura realizada em 20 espécies de peixes identificou alguma concentração de radioatividade em apenas uma delas, mas também em níveis extremamente baixos, desprovidos de efeitos biológicos conhecidos. Não houve detecção de radioatividade no leite e nos produtos agrícolas coletados na região.

Pode-se constatar que, de 1986 para cá, houve uma evolução positiva no que diz respeito à questão das normas de proteção radiológica e de limites para os efluentes radioativos. Falta, no entanto, precisar o cronograma de implementação das novas normas da Comissão Internacional de Proteção Radiológica e definir, de maneira clara, o conjunto de procedimentos rotineiros voltados para a determinação dos limites de liberação daqueles efluentes. Segundo Anselmo Paschoa, a sistemática de controle radiológico deveria incluir a medição da radioatividade no plâncton (concentrador de produtos radioativos).

Outra forma de interferência da usina no ambiente é a elevação da temperatura da água nas proximidades da descarga do condensador e o lançamento de cloro por suas tubulações. Mas, segundo as informações prestadas, não se notaram mudanças na flora e na fauna marinhas.

ois outros problemas, que também extrapolam a competência de Furnas, são extremamente sérios e exigiram uma visita específica à CNEN, em dezembro. O primeiro — o destino final dos rejeitos de alta radioatividade — só se fará sentir a mais longo prazo, pois o armazenamento provisório vem sendo feito de maneira satisfatória. O outro — o plano de emergência para evacuação da região, em caso de acidente — é urgente, pois o reator está em funcionamento.

Os rejeitos de alta radioatividade constituem um dos principais problemas da indústria nuclear em todo o mundo. Ainda não se encontrou solução definitiva para eles. Atualmente, o combustível irradiado — que precisa ficar isolado do ambiente — está armazenado em uma piscina cheia de água, em prédio anexo ao do reator. Ambos são da classe I, ou seja, obedecem às mesmas especificações de segurança, inclusive no que diz respeito à resistência a abalos sísmicos. Há cerca de 15 toneladas de combustível irradiado ali armazenadas, quantidade que, em situação normal, corresponderia a apenas uma descarga anual de Angra I, que foi inaugurada em 1982. Explica-se: por múltiplas causas, o reator tem permanecido desligado a maior parte do tempo.

A piscina pode receber combustível que corresponde a oito anos de operação do reator, mas se for feito um rearranjo na configuração adotada, pode-se chegar a armazenar ali o equivalente a pouco mais de dez anos. A limitação é de espaço físico. É necessário manter um espaçamento mínimo entre os elementos, de modo a evitar a formação de uma massa crítica que pudesse iniciar uma reação de fissão em cadeia, transformando a piscina em um reator virtual, descontrolado. Apesar de adequadas para os padrões atuais, é preciso considerar que as condições de armazenamento são provisórias e o problema tende a crescer. Quando estiver operando, Angra II terá uma descarga aproximadamente duas vezes maior do que Angra I, a ser depositada em outra piscina.

Pela legislação atual, a CNEN é responsável pela destinação final de todos os rejeitos. Além dos de alta radioatividade (combustível irradiado), há os de baixa e média radioatividade (filtros, concentrado do evaporador de água de refrigeração, resinas usadas no tratamento da água e diversos materiais contaminados). Estes últimos são encapsulados em tambores metálicos ao saírem do reator. O material sólido é compactado numa prensa, e os rejeitos fluidos ►

são solidificados numa espécie de cimento dentro dos próprios tambores, através de dispositivos especiais. A entrada no recinto de armazenamento obedece às normas vigentes de controle radiológico e as instalações são adequadas, embora possam ser modernizadas. Os rejeitos são armazenados num galpão situado em pedreira próxima do mar, no terreno da usina. Há dois recintos contíguos, separados de acordo com o nível de radioatividade do lixo. A localização não parece excluir, à primeira vista, a possibilidade de deslizamentos de terra, que poderiam arrastar os tambores com os rejeitos. É de todo recomendável que se faça um laudo de geotécnica sobre a segurança do local.

Por ocasião da visita, existiam no galpão 2.521 tambores com diferentes tipos de rejeitos, que totalizam cerca de 60 curies. Não se trata de nível elevado, se comparado, por exemplo, com cerca de 1.300 curies de césio-137 disseminado em setembro de 1987 no acidente radiológico de Goiânia (ver 'Autos de Goiânia', suplemento especial, em *Ciência Hoje* n.º 40). Mas, ainda aqui, é preciso levar em conta que os rejeitos acumulados em Angra tendem a aumentar e, como vimos, ainda não há destino final decidido para eles — o que é grave.

Estão em curso na CNEN estudos para que se chegue a um projeto de depósito de rejeitos de baixa e média atividades. O método de maior aceitação é aquele adotado na França, que consiste no isolamento dos tambores por barreiras de concreto. O repositório deverá ser modular e o material mais radioativo precisará permanecer sob guarda durante aproximadamente 200 anos. O transporte deverá ser feito em recipientes especiais, resistentes a choques e dotados de blindagem para radiação. Até hoje, sequer foi elaborado o projeto de lei necessário à definição de local. Como mostra a figura 3, houve uma pré-seleção de áreas, por critérios físicos e geográficos (características do solo, pluviometria, atividades agrícolas, densidade populacional e outros). Não é clara a razão da inclusão da área de Cachimbo (PA), onde a Aeronáutica fez, em 1985, uma perfuração de 320 metros de profundidade, aparentemente apropriada a uma explosão nuclear subterrânea, conforme constatou a Sociedade Brasileira de Física. Este ponto nunca foi objeto de esclarecimentos claros por parte do governo.

O problema da definição de local entre os pré-selecionados tem um lado político: a aceitação pela comunidade. Este obstá-

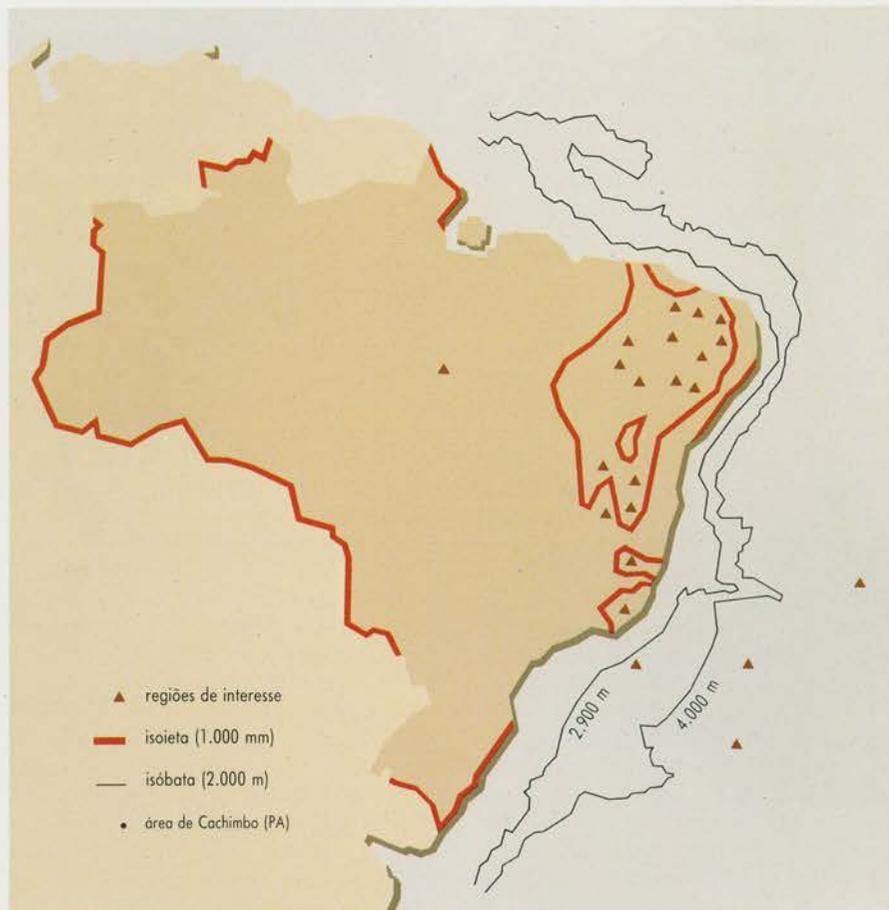


Fig. 3. Regiões de interesse para a construção de depósitos finais de rejeitos de baixa e média atividade produzidos em Angra I e em futuras centrais nucleares.

culo já se revelou sério durante discussões sobre a localização de depósitos de lixo radioativo oriundo de hospitais, indústrias, laboratórios de pesquisa e outras instituições. Antes do acidente de Goiânia — cujos efeitos a longo prazo já foram relegados a um plano secundário — o governo era completamente omissivo no que diz respeito a este lixo difundido e fora de controle. Após a tragédia procurou-se imputar aos estados esta responsabilidade, através de um projeto de lei. Segue o debate sobre a questão, ainda não equacionada de maneira satisfatória.

Em paralelo, não existem planos para depósitos dos rejeitos de alta radioatividade produzidos nos reatores, que até segunda ordem permanecerão sob a guarda de Furnas, na própria usina. É um problema delicado, pois o material, muito perigoso, deve ser isolado do ambiente por dezenas de milhares de anos. Em outros países — Suécia, França, Alemanha, Estados Unidos e União Soviética — há dois tipos de tratamento: a seco, em recipiente de concreto

ventilado, e em piscinas, neste caso apenas para depósitos temporários. Não há, no entanto, soluções consideradas definitivas. É necessário que se determinem prazos para a elaboração de um projeto de lei que regule o depósito de rejeitos de baixa e média atividades e para um estudo oficial de locais para o depósito de rejeitos de alta atividade.

Outro problema importante, ligado ao armazenamento dos rejeitos, é o controle para salvaguarda do combustível irradiado. Para realizá-lo, há em Angra I uma câmara fotográfica intermitente, instalada junto à piscina, mas ela se tornaria inefetiva caso ocorresse uma queda na alimentação elétrica. Neste caso, seria preciso inspecionar as barras na própria piscina, para evitar eventuais desvios deste combustível, matéria-prima fundamental para a produção de plutônio, que pode ser usado para a fabricação de bombas nucleares. Há ainda a hipótese de reprocessar o combustível para extrair o resto de urânio e o plutônio — o que, hoje, é antieconômico.

É muito grave o resultado da avaliação sobre o plano de emergência que, ao contrário do item anterior, tem que ser encarado como um problema de curto prazo. O projeto da usina leva em conta o chamado 'acidente básico de referência' e, com base nele, dimensiona as barreiras físicas e o sistema de segurança destinados a confinar o material radioativo. Existe um critério alternativo para se analisar a segurança do reator no ato de licenciamento. Ao invés do acidente de referência, pode-se usar um limite aceitável de risco para a população. Este risco é expresso pelo produto da frequência (ou probabilidade) com que pode ocorrer o acidente por suas consequências (número de mortes e de doenças graves). O difícil cálculo da frequência presumida é feito a partir de 'árvores de eventos' ou 'de falhas', construídas para simular o encadeamento de acontecimentos a partir de uma anomalia, ou para verificar as possíveis origens de uma falha (figura 4).

O material radioativo é formado por núcleos atômicos muito instáveis, produtos da fissão dos núcleos de urânio e de plutônio existentes no reator. A desintegração desse material resulta na emissão de partículas e de radiação, que atravessam a matéria, modificando sua estrutura. No caso de seres vivos, esse processo causa destruição de células ou induz disfunções que podem

produzir câncer ou defeitos genéticos. Por isso, é preciso manter os elementos radioativos isolados do ambiente. No reator de Angra, como foi visto, eles ficam confinados nas barras de combustível colocadas dentro do vaso de pressão, ao qual é conectado o circuito primário de refrigeração. O reator e este circuito, por sua vez, ficam dentro de um prédio de contenção muito resistente.

Há uma discussão conceitual sobre as consequências de um acidente grave. Segundo alguns, nesses casos não pode ocorrer liberação súbita de material radioativo, pois, mesmo se o circuito primário romper-se, com perda de refrigeração, e o vaso do reator arrebentar, o prédio de contenção resistirá. Por isso, a CNEN supõe apenas a possibilidade de liberação progressiva do material radioativo e assim justifica prazos mais dilatados para a evacuação da população.

Em caso de acidente, um documento oficial (CNAU-U1), datado de 1985 e classificado como confidencial, define quatro zonas de evacuação. A de número um é a área da própria central nuclear, que deve ser evacuada por Furnas em seis horas; a de número dois tem um raio de cinco quilômetros em torno da central e deve ser esvaziada em 24 horas; a três, de cinco a dez quilômetros de raio, tem oito dias de prazo; e a quatro, de dez a quinze quilô-

metros, que inclui a cidade de Angra dos Reis, 15 dias (figura 5).

Os prazos partem da hipótese — muito otimista — de liberação progressiva da radiação. É evidente que qualquer construção só resiste a impactos e esforços até um certo limite. Mesmo levando em conta a existência de um dispositivo para alívio da pressão interna em caso de acidente, não se deve considerar nula a probabilidade de ruptura brusca da contenção — por exemplo, por causa do impacto de um projétil, a queda de um grande avião sobre o edifício ou mesmo por uma explosão térmica dentro da própria central. A pior situação possível pode ser resumida da seguinte forma: rompimento do circuito primário, com perda de água refrigerante, fusão das barras de combustível e explosão térmica, com rompimento subsequente do prédio de contenção. As consequências seriam grandes, mas é difícil dimensioná-las *a priori*, pois dependem inclusive de fatores aleatórios, como as condições meteorológicas, que influem na propagação da nuvem radioativa (figura 6). Registre-se, no entanto, para maior tranquilidade dos não-especialistas, que não é possível haver explosão nuclear, pois não estão reunidas no reator as condições mínimas para tal. Para haver fissões no combustível nuclear, é necessária a presença da água como moderadora dos nêutrons rápidos emitidos, os quais têm

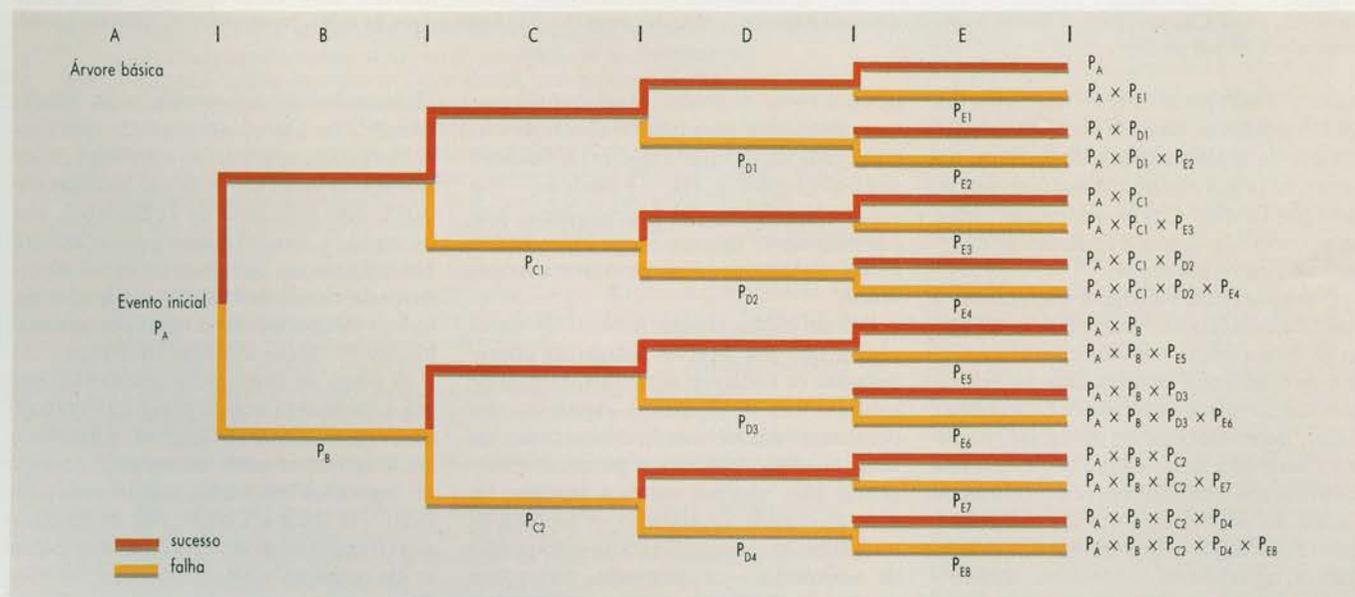


Fig. 4. Árvore de eventos. Supõe-se um evento inicial, como a ruptura de uma tubulação do circuito primário, cuja probabilidade de ocorrência é representada por P_A . Se ele ocorrer, desencadeia-se um processo que provoca a intervenção do sistema de suprimento de energia elétrica, para acionar os sistemas de segurança. A probabilidade de ele falhar é P_B , muito pequena. Logo, a probabilidade de sua intervenção ter êxito é dada por $1 - P_B$, valor que é muito próximo de 1. A seguir, são chamados a intervir o sistema de refrigeração de emergência (C), o sistema de remoção de produtos radioativos (D) e o prédio de contenção (E). A 'árvore' representa os diversos caminhos possíveis para a sucessão de eventos, com as respectivas probabilidades de encadeamento.

terior, a Defesa Civil, Furnas e a Prefeitura de Angra dos Reis (que, pela primeira vez, foi então colocada em contato com os encarregados da evacuação da cidade). Depois do acidente com o reator soviético, o presidente da República formou uma comissão, presidida pelo ministro das Minas e Energia, com a participação de alguns físicos. Entretanto, em vez de adotar as mudanças então recomendadas, em 1987 o governo transferiu a CNEN para o âmbito do Gabinete Militar/Conselho de Segurança Nacional. Posteriormente, em 1988, ela ficou subordinada ao Conselho Superior de Política Nuclear, então criado.

A partir de setembro de 1988, a responsabilidade pela evacuação e pelo controle da região de Angra dos Reis em caso de acidente nuclear passou para o Exército, cabendo ao Comando Militar do Leste o papel principal. O momento, portanto, é de transição. E de confusão. A notificação à população é insuficiente, o acidente hipotético prevê a liberação de apenas 0,1% do volume de material radioativo por dia, os

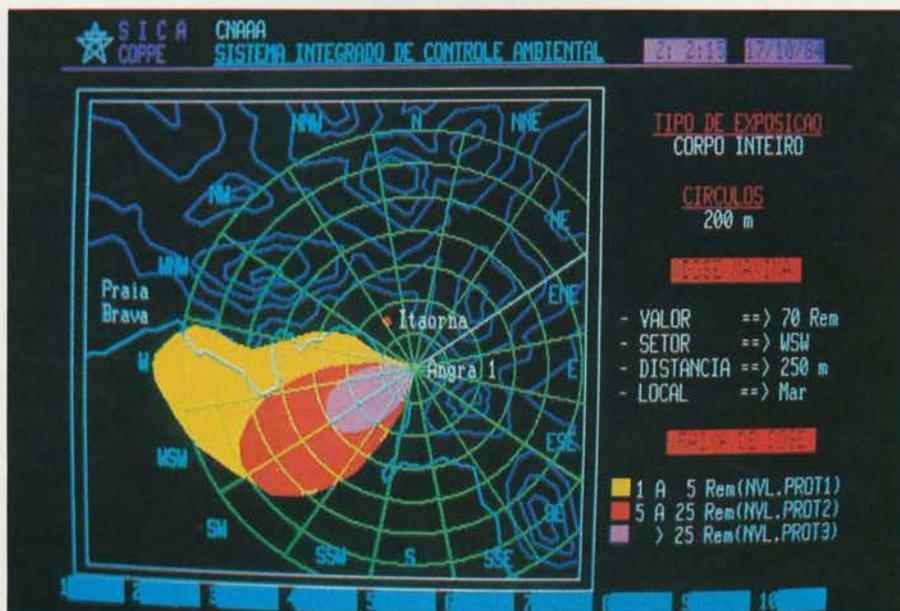


Fig. 6. Simulação, em computador, da propagação de uma nuvem radioativa hipotética na região de Angra, em caso de acidente nuclear. As cores representam diferentes níveis de radioatividade, medidos em REM.

A POPULAÇÃO E OS IMPACTOS

A necessidade de se definirem procedimentos de emergência para a evacuação de populações não se restringe ao caso da vizinhança de usinas termonucleares. Muitos outros tipos de instalações industriais oferecem risco social, como ficou tragicamente demonstrado nos casos de Bhopal (na Índia) e, em nosso país, de Vila Socó (ver 'As terras que o diabo habita', em *Ciência Hoje* n.º 16, p. 80). A precariedade do plano emergencial para Angra — parte integrante dos chamados estudos de impactos ambientais — reflete um procedimento característico, que se manifesta na própria fase de definição sobre a localização espacial dessas atividades de alto risco. Mas, neste caso, existe um injustificável desnível de qualidade entre os dispositivos de proteção dita 'ambiental' instalados na usina e o trato dispensado ao meio social, que tem sido analisado separadamente. Os aspectos relacionados à segurança social foram as mais graves insuficiências encontradas pela comissão de inspeção nomeada pela Justiça Federal. Comparando-se o custo de implementação dessas medidas com o custo dos outros sistemas de segurança, não há como fugir à indagação: porque

o próprio setor nuclear ainda não se mobilizou para apressar a solução?

O exercício recentemente realizado nas cercanias da central nuclear foi, na verdade, uma manobra de remoção da população. A ação foi dividida entre comandos do Exército, que elaboraram uma estratégia de natureza tipicamente militar, a ser submetida à crítica dos próprios autores e de outros técnicos — inclusive da universidade — com vistas ao seu aprimoramento. Revelaram-se aspectos positivos e negativos.

O acidente de Tchernobyl demonstrou ser indispensável a participação das forças armadas nesses casos, mas é preciso reconhecer que, por si só, elas não podem ter o controle total da situação. Importantes recursos humanos e materiais, bem como canais de circulação de informações e de tomada de decisões, encontram-se espalhados por diversas instituições. Por isso, deve-se redefinir as participações específicas dos poderes municipal e estadual, de universidades, de Furnas e, principalmente, da CNEN. Eis aí o aspecto positivo da ação realizada: criou-se o evento que reuniu os atores necessários à elaboração de uma estratégia melhor.

As falhas evidenciadas são muitas. Vão desde a falta de uma base de dados adequada para esse fim específico até a 'invisibilidade' das ações propostas, face as dimensões físicas dos locais e dos fluxos de população. Por exemplo: uma avaliação otimista mostra que o tempo necessário para o deslocamento da tropa até o local é de aproximadamente dez horas, fazendo supor que só continua a ser considerada uma evolução muito lenta para o acidente; os 180 ônibus destinados ao transporte têm dimensões que dificultam sua circulação na maioria das ruas da cidade de Angra do Reis; não existem procedimentos definidos para os veículos particulares e para a população de veraneio; faltam parâmetros e condutas que regulem a participação da comunidade; não estão definidas as vias de atualização do plano, que devem levar em conta a base demográfica e espacial da localidade.

Muito há a fazer. E Angra tem pressa. Muita pressa.

Moacyr Duarte Júnior

Assessor-técnico da Prefeitura de Angra dos Reis

Apreciação sintética dos quesitos respondidos na visita ao reator Angra I

Questão Geral	Quesito (*)	Providência	Avaliação	Gravidade
Treinamento	• Simulador	■	▲	●
	• Ampliação de treinamento	■	▲	●
	• Treinamento atrasado	■	▲	●
	• Treinamento-garantia qualidade	■	▲	●
Operação e segurança	• Operadores licenciados sempre	■	▲	●
	• Falta total de energia elétrica	■	▲▲	●
	• Cartões no painel de controle	■	▲▲	●
	• Reuniões de turno	■	▲	●
	• Responsabilidade do supervisor de turno	■	▲	●
	• Partida do gerador diesel	■	▲	●
	• Alto percentual de incidentes sem conclusão	■	▲	●
Manutenção e proteção radiológica	• Revisão da proteção radiológica	■	▲▲	●
	• Práticas pouco seguras	■	▲	●
	• Informações de manutenção	■	▲▲	●
	• Ensaio não destrutivo	■	▲▲	●
	• Formulários incompletos	■	▲	●
	• Teste de válvulas	■	▲▲	●
	• Arquivos de manutenção	■	▲	●
	• Recomendações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica	■	▲	●
	• Pessoal na área controlada	■	▲▲	●
	• Limites para efluentes radioativos	■	▲	●
	• Limiar de radioatividade para os rejeitos	■	▲	●
	• Vazamento no secundário	■	▲▲	●
	• Detecção de vazamento no gerador de vapor	■	▲	●
	• Alarme da sala de controle	■	▲	●
	• Proteção radiológica da amostragem do primário	■	▲	●
	• Amostragem do sistema de refrigeração	■	▲	●
Plano de emergência externo e monitoração	• Notificação de acidentes ao público	■	▲	●
	• Avaliação de escapamento radioativo e das conseqüências	■	▲▲	●
	• Exercício de emergência com o público	■	▲	●
	• Informação ao público dos riscos radiológicos	■	▲	●
	• Equipamentos, verbas	■	▲▲	●

Providências: ■ implementada ■ parcialmente implementada ■ não implementada

Avaliação: ▲ satisfatória ▲ deve ser reanalisado ▲ recomenda nova auditoria
▲ deve ser implementado ▲ julgado irrelevante

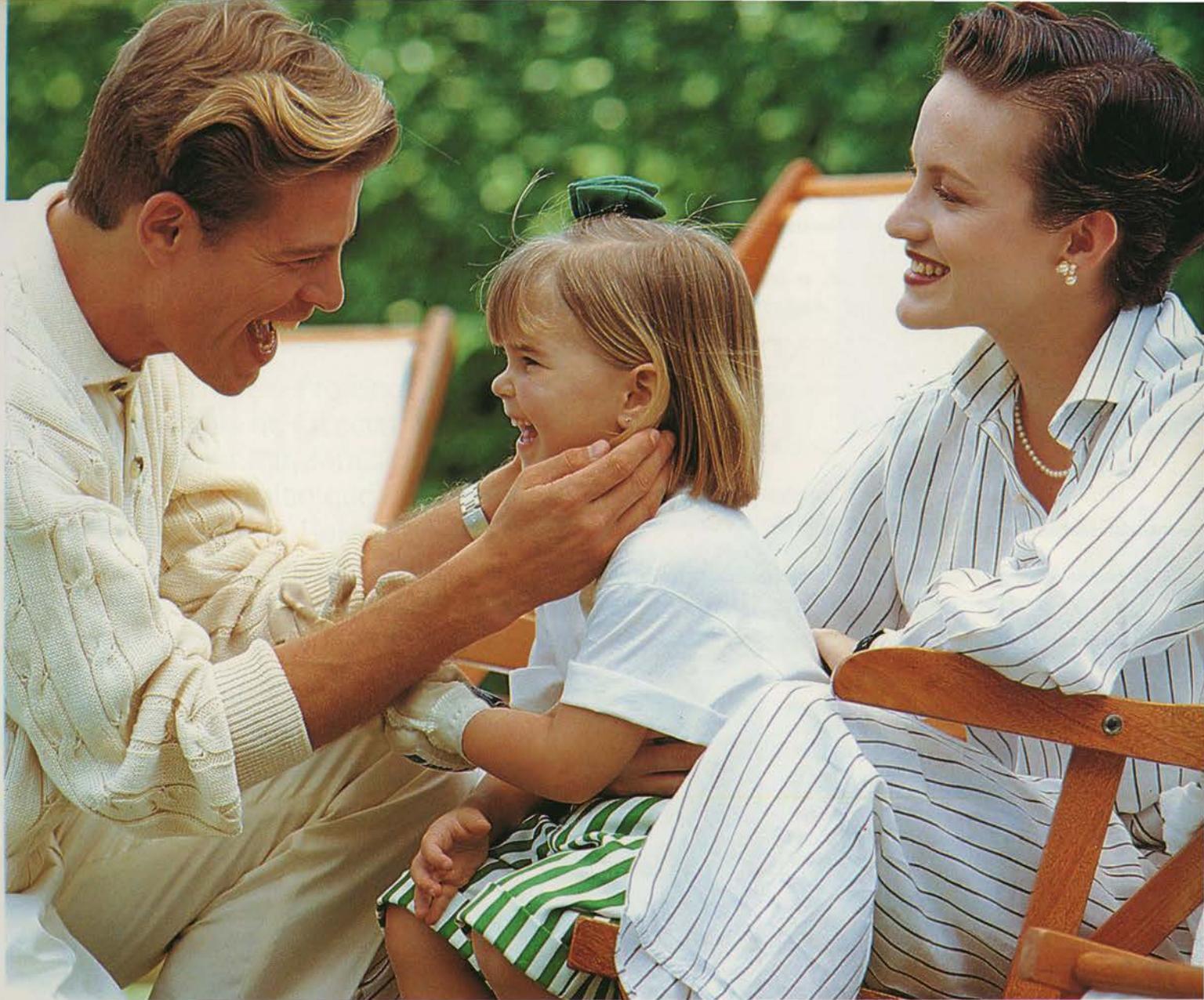
Gravidade: ● pequena ● média ● grave ● condicional ● sem gravidade

A tabela resume os 33 quesitos fundamentais levantados na visita e um balanço preliminar de cada um, feito com base nas respostas fornecidas por Furnas. Aparecem indicadas a adoção ou não das providências solicitadas pela AIEA, a avaliação dessas medidas e a estimativa da gravidade da situação atual. Os pontos mais sensíveis são aqueles relacionados com o plano de emergência externo.

prazos de evacuação são excessivamente dilatados, o esquema de transporte não é claro, não se realizou nenhum exercício de emergência (nem geral, nem parcial) com participação da população local e dos órgãos envolvidos, o material pretensamente informativo serve mais para a propaganda do uso da energia nuclear, a Prefeitura de Angra dos Reis está marginalizada e assim por diante. Segundo admite um relatório da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, o sistema médico-hospitalar e a rede viária da região também são completamente despreparados para uma emergência de caráter nuclear. Não parece ser grande o entrosamento do Exército com a Defesa Civil e os órgãos estaduais e municipais.

É muito insatisfatória a situação, devendo-se tomar medidas imediatas para tornar os planos de emergência e de evacuação operacionais e transparentes, entrosados com as autoridades locais, a comunidade, as entidades civis e todas as instituições que possam mobilizar-se e combater a instalação de uma eventual situação de pânico, que a desinformação só pode agravar. O recente disparo acidental de uma sirene de alarme nuclear nos arredores de Angra causou grande pânico na população local e evidenciou a precariedade da situação.

O esquema atual para emergência externa é uma herança do regime autoritário, que criou um sistema extremamente centralizado de proteção ao Programa Nuclear, subordinado ao antigo Conselho de Segurança Nacional. É fundamental abrir esse sistema às autoridades locais e à comunidade. É preciso rever a precária notificação de acidente ao público, incluir uma avaliação das conseqüências e procedimentos em caso de acidente máximo, realizar com a população exercícios parciais de retirada, preparar material informativo — e não propagandístico — sobre situações de emergência, atenuar a centralização do sistema, harmonizar a participação do Exército com todo o sistema de Defesa Civil, examinar as notórias deficiências da infraestrutura de atendimento médico, transportes e telecomunicações da região. ■



BAMERINDUS

Quem é cliente Bamerindus, tem a mais completa tecnologia a seu serviço. Terminal de Caixa, Terminal de Cliente, TeleSaldo, Serviço Automático de Pagamentos, Caixa Automática, Cobrança por Computador, FGTelex, Custódia Automática de Títulos, Banco 24 Horas, Poupança Automática. Um banco de gente jovem, que pensa no futuro. Gente que acreditou antes e saiu na frente na corrida da automação bancária. Esse é o Bamerindus. Gente que faz a diferença. Como você.

Gente que faz a diferença.



Lia Gonçalves Raddi, de Belo Horizonte, pergunta:

Li, em Ciência Hoje n.º 51, o interessante artigo sobre os rituais de pajelança a que Augusto Ruschi se submeteu. Não fiquei esclarecida sobre a controvérsia que se estabeleceu a respeito do veneno do sapo dendrobata. Gostaria também de saber mais sobre sapos. Convivo com esses animais e sempre ouvi dizer que eles são inofensivos e mesmo úteis ao homem.

DENDROBATÍDEOS CORES E VENENOS

Marcio Martins e Ivan Sazima, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas, respondem:

Na época em que o ‘caso Ruschi’ chegou ao público, a imprensa se baseou exclusivamente nas informações fornecidas pelo ecologista doente, que se considerava envenenado por ter tido contato direto com sapos venenosos. Pouco mais tarde, especialistas em anfíbios contestaram a veracidade desses dados (ver ‘Zoólogos em defesa dos Dendrobates’, em *Ciência Hoje* n.º 23, p. 86). No final de 1987, José C. de Freitas voltou a comentar o caso em uma breve nota (ver ‘Sapos venenosos’, em *Ciência Hoje* n.º 36, p. 74). Daremos aqui informações sobre a família Dendrobatiidae, na qual estão incluídos os sapos do gênero *Dendrobates*, tão injustamente difamados.

Uma dúvida comum a leigos e até a zoólogos não especialistas em anfíbios é o uso dos nomes vulgares ‘sapo’, ‘rã’ (ou jia) e ‘perereca’. Grosso modo, sapos seriam os anfíbios anuros que apresentam pele rugosa, de aspecto seco; rãs teriam pele lisa e de aspecto úmido; pererecas seriam anfíbios que possuem discos adesivos nas pontas dos dedos, os quais facilitam a locomoção em superfícies inclinadas. Na prática torna-se difícil a aplicação destes nomes às diversas espécies. Na família das rãs comestíveis, por exemplo, existem espécies que, pela classificação acima, seriam consideradas como sapos. Portanto, por motivos práticos, usaremos aqui o termo mais comum, ‘sapo’, para designar qualquer anfíbio anuro (sapos, rãs e pererecas).

Os dendrobatídeos são estritamente neotropicais, distribuindo-se do sul da América Central até pouco abaixo do trópico de Capricórnio, na América do Sul. Esta família de pequenos sapos — raramente ultrapassam cinco centímetros — engloba quase 150 espécies, distribuídas em cinco



foto Célio Haddad

Dendrobates quinquevittatus. Um dos menores dendrobatídeos do Brasil. Este exemplar foi encontrado na região da hidrelétrica de Samuel, a leste de Porto Velho (RO).

gêneros: *Colostethus*, *Dendrobates*, *Epipedobates*, *Minyobates* e *Phyllobates*. Com exceção da maioria das espécies de *Colostethus*, os dendrobatídeos possuem toxinas na pele. As únicas espécies que podem causar envenenamento por simples manuseio estão no gênero *Phyllobates* e ocorrem apenas no sul da América Central e na costa da Colômbia voltada para o oceano Pacífico. Nesta última região, numa área conhecida por Chocó, alguns grupos indígenas utilizam estes sapos para envenenar pontas de dardos usados na caça, lançados por um tipo de zarabatana.

Espécies não descritas de dendrobatídeos têm sido encontradas na Amazônia. Co-

nhecem-se até hoje, no Brasil, pouco mais de 20 dessas espécies, sendo cerca de cinco incluídas no gênero *Dendrobates*, seis no gênero *Epipedobates* e dez no gênero *Colostethus*. Doze delas são venenosas, a saber: *D. galactonotus*, *D. leucomelas*, *D. quinquevittatus*, *D. tinctorius*, *D. vanzolinii*, *E. femoralis*, *E. pictus*, *E. pulchripictus*, *E. trivittatus*, *E. hahneli*, *E. braccatus* e *E. flavopictus*. Nove delas vivem na região Norte e três no Brasil central. As três últimas acima citadas foram a princípio consideradas formas geográficas de *E. pictus*, que ocorre no Mato Grosso do Sul e na Bolívia. Mas estudos recentes indicam que, ao contrário, essas quatro espécies são



Dendrobates leucomelas. Vistoso sapinho preto e amarelo, venenoso, que ocorre no sul da Venezuela e extremo norte do Brasil, nas serras do norte de Roraima. Na serra do Tepequém, onde um dos autores (MM) encontrou esta espécie em 1986 e 1987, esses sapinhos foram vistos em um campo ruprestre, a cerca de mil metros de altitude. Normalmente se abrigam sob pedras, no topo da serra. Na época da reprodução, migram para pequenos riachos pedregosos existentes no topo da serra ou em suas encostas.

distintas em vários aspectos, devendo ser tratadas separadamente.

Como mecanismo de proteção contra predadores, diversas espécies de sapos possuem na pele glândulas que produzem substâncias tóxicas. Nos cururus (gênero *Bufo*), estão concentradas em certas regiões do corpo (como as glândulas paratóides), mas nos dendrobatídeos espalham-se por todo o dorso. As glândulas secretam desde substâncias com paladar desagradável até alcalóides altamente venenosos. A batracotoxina produzida pelas espécies de *Phyllobates* é um dos venenos de origem animal mais tóxicos que se conhece. Os alcalóides secretados pelas espécies dos outros gêneros de dendrobatídeos (pumiliotoxina, histrionicotoxina) são menos tóxicos e produzidos em menor quantidade. A batracotoxina aumenta a permeabilidade dos canais de sódio em células musculares e nervosas, o que resulta num grande influxo destes íons, os quais acabam por despolarizar as células. Os efeitos mais drásticos deste processo são arritmias, fibrilações e falhas cardíacas, que levam à morte o animal enve-



Dendrobates galactonotus. Espécie venenosa que ocorre exclusivamente em território brasileiro, nos estados de Goiás, Maranhão e Pará, em matas da região do baixo rio Tocantins. Este exemplar foi encontrado em Tucuruí (PA). Exemplares da região de Carajás (PA) apresentam dorso negro.

O LEITOR PERGUNTA

nenado. A pumiliotoxina e a histrionico-toxina também agem sobre a permeabilidade das membranas celulares, mas seus efeitos são menos drásticos que os da batracotoxina.

Apesar da alta toxicidade, tanto os alcalóides produzidos pelos dendrobatídeos como as toxinas produzidas por outros sapos funcionam como defesa passiva. Nenhum sapo conhecido possui a capacidade de injetar ou projetar estes venenos em seus atacantes. A batracotoxina produzida pelas cinco espécies do gênero *Phyllobates* pode ser absorvida através da pele intacta de um animal ou uma pessoa. Nos demais casos só é possível o envenenamento se o predador (ou a pessoa) lamber ou morder os



fotos Ivan Szazima

Epipedobates flavopictus. Espécie venenosa encontrada e descrita por Adolpho Lutz na região de Belo Horizonte. Vive sob pedras, nas serras de Minas Gerais e de Goiás, e se reproduz em pequenos riachos, formados em época de chuvas (o macho é o indivíduo menor). Nas outras fotos, aparecem um girino e um jovem recém-metamorfoseado, que já exhibe as cores vivas, de advertência, típicas da espécie.

sapos. Esta última possibilidade parece inverossímil no caso de Augusto Ruschi. Além disso, as espécies por ele nomeadas não pertenciam ao gênero *Phyllobates*, que não ocorre no Brasil. Portanto, acreditamos que o 'caso Ruschi' tenha se baseado num grande mal-entendido, excessivamente explorado pela imprensa pouco informada. Vale ressaltar, uma vez mais, que nenhum herpetólogo (especialista em anfíbios e répteis) e nem as sociedades brasileiras de Zoologia ou Herpetologia foram consultados por ocasião da veiculação dessas notícias.

As espécies da família Dendrobatidae estão ativas apenas durante o dia, e aquelas cuja pele contém alcalóides possuem sempre colorido vistoso, que funcionaria como aviso ao predador ('este sapo é tóxico!'). São comuns as combinações kontras-

tantes de preto com diversos tons de vermelho ou amarelo, como em *Epipedobates flavopictus* e *Dendrobates leucomelas*. As espécies de *Epipedobates*, que vivem nas matas da Amazônia brasileira, parecem compor um anel mimético. Trata-se de um conjunto de espécies semelhantes muito bonitas, que apresentam uma faixa lateral de cor viva contrastando com o resto do dorso, de cor escura.

O anel mimético funcionaria da seguinte maneira: um predador que mordesse um sapo de uma destas espécies (e continuasse vivo, é claro) teria uma experiência desagradável e poderia associá-la ao colorido vistoso. Portanto, aprenderia que sapos com este padrão não devem ser comidos e passaria a evitar qualquer outro sapo semelhante. Esse mecanismo beneficiaria todas as espécies que compõem o anel, bas-

tando uma experiência desagradável ao predador. Certos predadores têm evitação inata, ou seja, não precisam de uma experiência desse tipo para rejeitar uma presa colorida e supostamente venenosa. Sapos de outras famílias, que não contêm alcalóides na pele, parecem beneficiar-se deste anel. *Lithodytes lineatus* possui o padrão de colorido descrito acima, embora não produza alcalóides e pertença à família Leptodactylidae (a mesma da rã-pimenta, usada como alimento). Os sapos *Lithodytes* passam parte da vida em formigueiros de saúvas e raramente são vistos. Em quase todos os lugares da Amazônia em que esta espécie é encontrada, ocorre também uma espécie de *Epipedobates* com padrão de colorido semelhante.

Embora os alcalóides confirmem proteção aos dendrobatídeos, contra a maioria dos

predadores de sapos, algumas espécies de aranhas e de cobras se alimentam deles sem sofrer os efeitos das toxinas.

Os dendrobatídeos do gênero *Colostethus*, por outro lado, têm coloração esmaecida, geralmente em tons castanhos. Como foi dito, não se conhecem alcalóides em sua pele. Embora de atividade diurna, dificilmente são percebidos no ambiente, em virtude da camuflagem conferida pelas cores, semelhantes às das folhas caídas no chão da mata. *Colostethus olfersioides*, encontrado nas matas do Rio de Janeiro, é o dendrobatídeo de distribuição mais meridional.

Os dendrobatídeos vivem em diversos tipos de ambiente, desde as florestas úmidas da Amazônia e da mata atlântica até ambientes mais secos, como os campos rupestres das serras do Brasil central (ver 'Campos rupestres: paraíso botânico na serra do Cipó', em *Ciência Hoje* n.º 25). Como a maioria dos sapos, os dendrobatídeos precisam de locais úmidos para que sua pele não resseque e continue permeável a trocas gasosas. Assim, nos lugares secos, estes sapos se abrigam sob troncos ou pedras, onde existe alguma umidade. Já nas matas o problema não é tão sério, pois os locais úmidos são abundantes. Por exemplo, *Epipedobates hahneli*, *E. trivittatus* e *E. femoralis* vivem entre as folhas caídas no chão (o folhedo), geralmente às margens de pequenos riachos, nas matas úmidas de grande parte da Amazônia brasileira. Por sua vez, *E. braccatus*, *E. flavopictus* e *Dendrobates leucomelas* vivem em matas de galeria e ambientes abertos, nas serras brasileiras.

Vários herpetólogos têm se dedicado ao estudo desta interessante família de sapos. Nas últimas décadas, dezenas de descrições do comportamento de dendrobatídeos em cativeiro foram publicadas por herpetólogos amadores europeus. Em vários países da Europa, estes sapos são criados como animais de estimação, e pesquisadores de diferentes partes do mundo têm estudado diversos aspectos da vida dos dendrobatídeos. Nos últimos 20 anos, Charles Myers, zoólogo do Museu Americano de História Natural de Nova York, e John Daly, bioquímico do Instituto Nacional de Artrite, Diabetes e Doenças Metabólicas e Digestivas de Maryland (EUA), publicaram dezenas de trabalhos sobre estes sapos, descrevendo mais de 15 espécies novas e cerca de 200 alcalóides até então desconhecidos. Kentwood Wells, ecólogo da Universidade de Connecticut (EUA), realizou uma série de estudos de campo sobre o comportamento reprodutivo de várias espécies de

dendrobatídeos. No Brasil, salvo raros estudos de taxonomia (teoria e prática de descrever, dar nomes e classificar organismos) feitos por Adolpho Lutz e sua filha Bertha Lutz, além de Werner Bokermann, apenas recentemente estão surgindo pesquisadores interessados nesses sapos. Antônio Sebben e Carlos Schwartz, biólogos da Universidade de Brasília, estão atualmente trabalhando com alcalóides da pele de algumas espécies brasileiras de *Epipedobates*. Tais estudos têm contado com a colaboração de herpetólogos, principalmente da Universidade Estadual de Campinas (SP), que vêm realizando diversos estudos sobre taxonomia e ecologia de dendrobatídeos brasileiros.

Não só as cores vivas e as toxinas dos dendrobatídeos despertam a atenção. O comportamento reprodutivo nesta família é um dos mais complexos entre os anfíbios. Como na maioria dos sapos, os machos dendrobatídeos atraem as fêmeas emitindo vocalizações, isto é, cantando. Os machos reprodutivamente ativos defendem uma área — seu território —, de onde os outros machos são escorraçados, por meio de vocalizações agressivas e até de luta.

Quando a fêmea é atraída, o macho a guia para uma parte do seu território onde exista um local apropriado para a desova. O local deve ser úmido e protegido o sufi-

ciente para evitar que os ovos ressequem ou sejam destruídos por predadores. Antes da desova, o casal geralmente entra em amplexo (o macho sobe no dorso da fêmea). Como em outros sapos, a fecundação é externa, pois os machos não possuem um órgão copulador. Em cada ovo colocado pela fêmea, o macho libera seus espermatozoides, fertilizando-o. Alguns dendrobatídeos não se acasalam por amplexo; numa destas espécies, o macho espalha seus espermatozoides em uma folha, onde a fêmea põe os ovos.

As desovas dos dendrobatídeos contêm até 40 ovos. São, portanto, pequenas, se comparadas por exemplo com as dos cururus, que podem ultrapassar cinco mil ovos. O número reduzido de ovos é compensado, em parte, pelas várias desovas que ocorrem por ano, enquanto anfíbios como os cururus raramente desovam mais de duas vezes em uma estação reprodutiva. Além disso, os dendrobatídeos 'tomam conta' de suas desovas e carregam seus girinos para locais protegidos, permitindo assim que a maioria metamorfoseie e os filhotes possam chegar à fase adulta. O cururu, por sua vez, além de depositar os ovos na água (onde a quantidade de predadores de girinos é grande), não cuida da prole, que fica abandonada à própria sorte. Por isso, apenas uma pequena parte dos filhotes chegará à fase adulta. Desta forma, o ►



Colostethus olfersioides. É o dendrobatídeo com distribuição mais meridional que se conhece. Não produz alcalóides e sua cor é de camuflagem, não de advertência. Este exemplar foi encontrado em Itaguaí (RJ).



Epipedobates pictus. Ocorre em quase toda a Amazônia brasileira, onde vive entre as folhas do chão, em florestas úmidas. Seu canto, semelhante ao cricilar de um grilo, é muito baixo e dificilmente ouvido. Os ovos dessa espécie venenosa são colocados entre as folhas do chão e os girinos desenvolvem-se em poças nas margens de pequenos riachos. Este exemplar, encontrado ao norte de Manaus, está 'tomando conta' de sua desova. Pequenos girinos já podem ser vistos dentro dos ovos. Na outra foto, um macho da espécie carrega cerca de dez girinos no dorso.

número de sobreviventes que atingem a fase adulta (tornando-se aptos a reproduzir) pode ser semelhante nos dois casos.

Após a oviposição, um dos pais Dendrobatidae ficará 'tomando conta' da desova até que as larvas (girinos) saiam dos ovos. Quando isso acontece, o pai ou a mãe que cuidou da desova se posta de maneira que os girinos possam subir no seu dorso, ao

qual eles aderem com facilidade graças a um muco pegajoso produzido pelos adultos. Os girinos geralmente passam parte de seu desenvolvimento sendo carregados nas costas, onde se nutrem de reservas embrionárias (vitelo). Durante esta fase, o adulto portador dos girinos leva-os para a água que, dependendo da espécie, pode ser um riacho, uma poça, uma bromélia, ou até

a água acumulada no oco de troncos. Nessa atividade, alguns dos girinos acabam ficando na água e outros continuarão sendo carregados por mais algum tempo. Em *Epipedobates femoralis* e *E. hahneli*, por exemplo, é possível encontrar machos carregando vários girinos pequenos ou apenas dois a três girinos grandes. Em outras espécies, todos os girinos são liberados na água de uma só vez. Como nos outros sapos, os girinos passam por metamorfose, transformando-se em miniaturas de adultos. Os jovens irão se alimentar e crescer até começarem a se reproduzir, iniciando novo ciclo.

Ainda temos muito a aprender sobre estes animais, que, à primeira vista, não revelam sua complexidade. Suas toxinas são usadas em pesquisas biomédicas e certamente terão aplicações práticas na farmacologia, em futuro bem próximo. Seu complexo modo de vida tem servido à elaboração e desenvolvimento de teorias ecológicas. E, finalmente, como os outros sapos, também os dendrobatídeos fazem parte de uma intrincada trama ecológica, na qual cada componente tem enorme importância. Durante sua vida, um sapo come milhares de insetos, entre os quais diversos podem causar prejuízo ao homem, como pragas da agricultura e vetores de doenças. Deixando os sapos em paz, o homem poderá beneficiar-se tanto direta como indiretamente, uma vez que o equilíbrio da natureza, tão essencial à vida na Terra, estará sendo mantido e perpetuado. ■

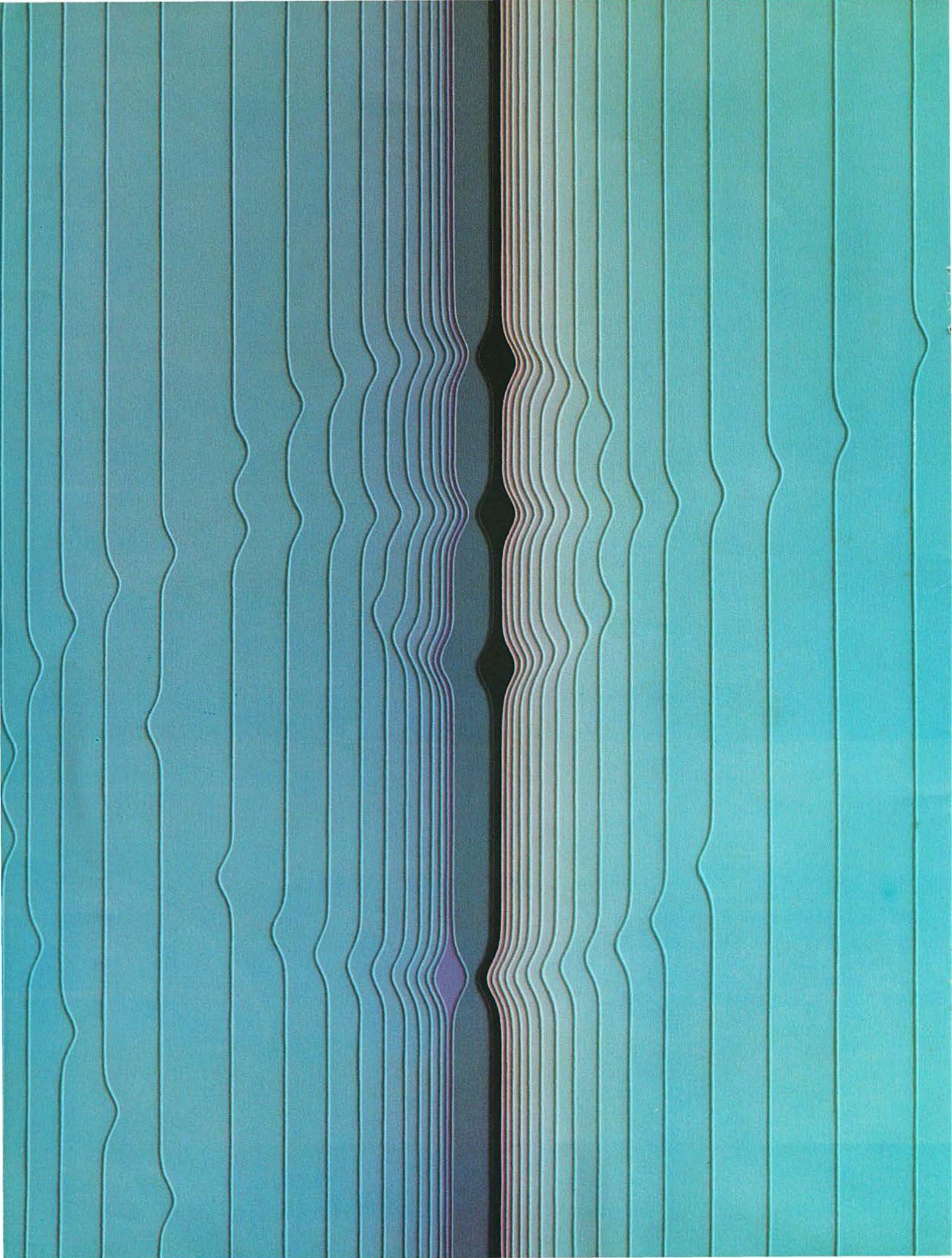


Epipedobates femoralis. Ocorre em quase toda a Amazônia brasileira, onde vive no chão de florestas úmidas. Este macho está 'dando um banho' em seus filhotes. Um dos girinos ainda está aderido ao dorso do pai, enquanto os outros nadam ao redor. A foto foi tirada nas matas que cercam Manaus, onde o canto forte dessa espécie venenosa pode ser facilmente escutado na época das chuvas. Esta é uma das espécies que compõem o anel mimético.

Caderneta da Caixa

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

Caderneta da Caixa. Confiança a gente deposita aqui.



CONTROLANDO ÁTOMOS COM LUZ

Vanderlei S. Bagnato e Sérgio C. Zilio

Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

A produção de amostras gasosas cujos átomos estejam parados, ou de feixes de átomos lentos, é de extremo interesse para a física. Verifica-se assim, mais facilmente, o caráter ondulatório da matéria, consegue-se confinar átomos neutros em determinada região do espaço, obtêm-se resultados muito mais precisos com a espectroscopia. Podem-se fazer estudos detalhados da estrutura atômica.

O estudo de átomos e moléculas em fase gasosa contribuiu de maneira significativa para o desenvolvimento da física moderna. Por exemplo, a importante idéia de que os níveis de energia de um átomo assumem valores discretos (isto é, quantizados) surgiu a partir da descoberta de que são muito bem definidos os componentes de frequência (cores) da luz emitida por uma amostra de gás confinada no interior de uma ampola de vidro e sujeita a uma descarga elétrica. Tais frequências — conhecidas como frequências de ressonância ou raias espectrais — se relacionam diretamente com as energias dos níveis eletrônicos dos átomos que compõem a amostra: frequências com valores bem definidos (discretos) correspondem a níveis com energias igualmente bem definidas (quantizados). Esta surpreendente descoberta foi muito importante para a elaboração da teoria quântica da matéria,

ocorrida no início do nosso século (ver 'A estranha natureza da realidade quântica', em *Ciência Hoje* n.º 7).

A determinação precisa dos níveis de energia de átomos e moléculas é uma das principais metas da física atômica e molecular contemporânea, pois abre caminho para o conhecimento de fenômenos microscópicos de grande importância e permite que se desenvolvam novas aplicações em muitas áreas da ciência. Um exemplo foi a obtenção do chamado relógio atômico, um padrão de tempo usado hoje em todo o mundo, definido a partir da determinação precisa das frequências de ressonância (níveis de energia) do átomo de césio. Como é sabido, uma dada frequência pode ser associada a um período de tempo, que é o seu inverso. Se a frequência for muito bem conhecida, o período também o será, e este intervalo de tempo pode ser usado como padrão. Além de ser extremamente preciso, o relógio atômico se caracteriza por sua reprodutibilidade, já que um átomo possui sempre as mesmas propriedades físicas, independente do lugar ou das condições atmosféricas em que se encontre.

Para entendermos, pelo menos superficialmente, que fatores limitam o conhecimento preciso dos níveis de energia de um átomo, torna-se necessário esclarecer alguns conceitos ligados à espectroscopia óptica (ver 'Luz e matéria, as surpresas da interação', em *Ciência Hoje* n.º 27). Na abordagem deste problema, consideraremos apenas a matéria na fase gasosa e faremos uma simplificação inicial, imaginando um átomo com apenas dois níveis de energia (na realidade, cada átomo possui um número bastante elevado de níveis). Como se sabe, qualquer sistema físico sempre procura evoluir para uma situação em que a energia é mínima, o que faz com que a tendência do nosso átomo seja permanecer no nível de menor energia, também chamado de estado fundamental.

O nível de maior energia é conhecido como estado excitado. Um átomo que esteja

inicialmente no estado fundamental pode ser promovido ao excitado se, de alguma forma, receber uma quantidade de energia — que chamaremos ΔE — que corresponda à diferença entre os dois níveis. Esta situação pode ocorrer, por exemplo, quando um elétron com energia cinética (devida ao movimento translacional) maior do que ΔE se choca com o átomo, transferindo para ele uma parte desta energia e, conseqüentemente, ficando com uma energia cinética menor. Outro caso: um feixe de luz (que pode ser entendido como um conjunto de partículas chamadas fótons) incide sobre um átomo, que absorve um fóton e usa sua energia para ir para o estado excitado (ver 'Colorindo o invisível', em *Ciência Hoje* n.º 38). De acordo com a proposição de Max Planck (1858-1947), a frequência f_0 da luz é proporcional à diferença energética entre os níveis. Assim, temos

$$\Delta E = h f_0,$$

onde h é a chamada constante de Planck, expressa em uma unidade de medida chamada joule-segundo (J.s):

$$h = 6,625 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

A frequência f_0 é conhecida como frequência de ressonância, e em torno dela ocorre a absorção preferencial de fótons. Fazendo passar, através de uma amostra, um feixe de luz cuja frequência possa sofrer variações contínuas, pode-se verificar que a transmissão diminui quando o átomo é promovido do estado fundamental para o excitado. Isto acontece porque a excitação do átomo se deve à subtração de energia do feixe de luz. Conhecendo-se a frequência da luz incidente sobre a amostra, pode-se deduzir a diferença de energia (ΔE) entre os níveis. Uma maneira alternativa de se determinar ΔE é colocar o átomo no estado excitado e analisar a frequência da luz emitida por ele. Como vimos, um átomo tem a tendência natural de voltar ao estado fundamental para que sua energia seja minimizada. Neste processo, ocorre emissão de luz (ver 'Luminescência, da alquimia à época moderna', em *Ciência Hoje* n.º 2).

A técnica de determinação dos níveis de energia de um átomo utilizando-se luz é conhecida como espectroscopia, que pode ser ‘de absorção’ (quando se analisa a luz transmitida) ou ‘de emissão’ (quando se estuda a luz emitida). Ao se realizar uma medida espectroscópica de um átomo isolado obtém-se a chamada linha de emissão (ou absorção), caracterizada pela posição f_0 do seu ponto máximo e pela largura Δf (figura 1). O estudo de f_0 e de Δf produz informações valiosas sobre o mecanismo de colisão entre os vários átomos que compõem a amostra e sobre as propriedades físicas inerentes aos átomos, tais como o tempo em que eles permanecem no estado excitado e a magnitude da interação dos seus elétrons consigo mesmos e com o núcleo.

Não abordaremos aqui a complexa maneira pela qual f_0 e Δf se relacionam com as propriedades mencionadas. Interessamos destacar as dificuldades que o espectroscopista encontra ao tentar medir uma amostra gasosa, na qual os átomos estão em movimento. Suas frequências naturais de absorção f_0 se encontram então deslocadas, em primeira ordem, de maneira proporcional à sua velocidade (v) ou ao resultado da divisão de v pela velocidade da luz (v/c) (ver ‘O efeito Doppler’). Como os átomos confinados em uma ampola colidem constantemente entre si e com as paredes do recipiente, eles adquirem velocidades cujos valores e direções são casuais. Ora, cada um apresenta uma frequência de absorção que depende de sua velocidade. Como consequência, a medida espectroscópica produz uma linha de absorção — que é a soma das contribuições individuais

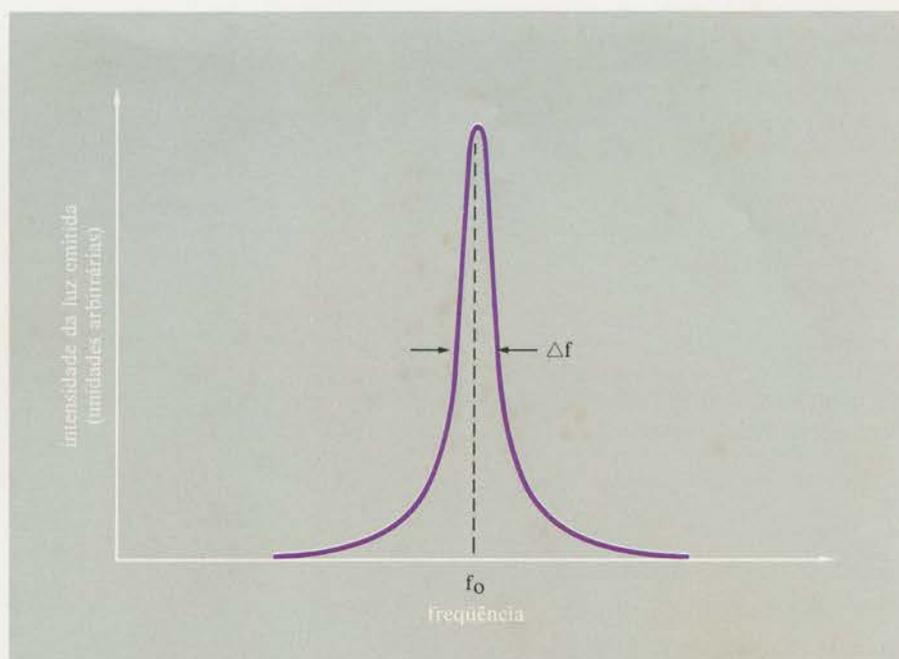


Fig. 1. Espectro de emissão de um átomo hipotético, que apresenta apenas dois níveis de energia.

de átomos com velocidades diferentes — bastante larga, como mostra a figura 2. A largura desta linha, que se convencionou chamar ‘largura de linha inhomogênea’ (Δf_{in}), reflete apenas a distribuição de velocidades dos átomos que compõem a amostra. Entretanto, o interesse do espectroscopista é a determinação da largura de linha Δf , que foi mostrada na figura 1 e é chamada ‘largura de linha homogênea’, por ser característica de cada átomo, independente do movimento que este apresenta. Livrar-se do efeito Doppler e obter informações que estão escondidas no perfil

inomogêneo da absorção são desafios que os espectroscopistas têm procurado vencer.

Atualmente, várias técnicas possibilitam a supressão do efeito Doppler de primeira ordem (proporcional, como vimos, a v/c). Entre elas, podemos destacar a espectroscopia de saturação, o eco de fótons e a espectroscopia de feixe atômico, nas quais a luz incide perpendicularmente à direção do movimento dos átomos. Também não discutiremos aqui estas técnicas, que fogem aos objetivos do artigo, mas fica o registro de que elas contribuíram de forma significativa para que se obtivesse melhor co-

O EFEITO DOPPLER

Quando uma ambulância se aproxima de nós em alta velocidade, ouvimos sua sirene com uma tonalidade aguda, o que indica uma frequência alta. O som fica mais grave quando ela se afasta. Esta variação na frequência percebida por nosso ouvido se deve ao fato de haver uma velocidade relativa entre o observador e a fonte. O mesmo efeito é usado nos radares de patrulheiros rodoviários: um sinal de microondas é enviado e refletido pelos veículos em movimento, produzindo-se, em relação à fonte, mudanças na frequência. Analisando-as, o aparelho indica a velocidade dos carros.

Como se vê, pelo menos no caso de ondas sonoras, o efeito Doppler nos é familiar. No caso das ondas eletromagnéticas (luz) o efeito também existe, mas é bem menor, pois a velocidade da luz (c)

é muito maior do que a do som: 300 milhões m/s contra 340 m/s.

Como a frequência varia com a velocidade? A distância entre dois máximos consecutivos de uma onda é chamada comprimento de onda (λ) e, para a luz visível, tem um valor de algumas centenas de nanômetros. O número de máximos que chega ao observador em cada segundo é conhecido como frequência (f), de modo que

$$f = c/\lambda.$$

O intervalo entre os tempos de chegada de dois máximos consecutivos é chamado de período (T). Pode-se perceber sem dificuldade que

$$T = 1/f = \lambda/c.$$

Suponhamos agora que uma onda se propaga para a direita com a velocidade da luz e que o observador se desloca pa-

ra a esquerda com uma velocidade v . Nosso observador — que está assumindo aqui o papel do átomo de sódio nos sistemas que descrevemos no artigo — verá as ondas chegarem até ele mais rapidamente, ou seja, haverá um aumento na frequência (que não se traduz num aumento da velocidade c). A nova frequência recebida pelo observador é dada por

$$f = f(1 + v/c),$$

onde o acréscimo de frequência é

$$\Delta f = f v/c,$$

sendo portanto proporcional à velocidade. É o chamado efeito Doppler de primeira ordem. Se esta mesma situação for analisada do ponto de vista da teoria da relatividade restrita — o que não faremos aqui — o efeito apresenta ainda termos proporcionais a v^2/c^2 (segunda ordem), v^3/c^3 e assim por diante.

nhecimento da posição precisa dos níveis de energia de átomos e moléculas. Mesmo assim, a busca incessante de novos conhecimentos e a vontade de entender detalhes importantes da natureza atômica têm levado os espectroscopistas a desenvolver técnicas cada vez mais precisas.

São dois os fatores que limitam a resolução (precisão) das técnicas acima mencionadas. O primeiro deles é a existência de efeito Doppler de ordem superior, isto é,

É sabido que a velocidade dos átomos de uma amostra gasosa diminui quando a temperatura cai. Mas, além de certos limites, o gás sofre uma transição para a fase líquida ou a sólida, ou então adere às paredes do recipiente que o contém. Assim, o simples resfriamento não fornece uma amostra gasosa na qual os átomos estejam parados. É esta amostra que interessa. Para obtê-la, um longo caminho foi percorrido, com contri-

pois de muitas colisões, a bola eventualmente chega ao repouso. É esta a maneira utilizada para se frear átomos: na direção contrária a um feixe atômico colimado, faz-se incidir luz, de modo que haverá absorção de fótons e freamento.

Quando o átomo absorve luz, é promovido do estado fundamental para o excitado. O sistema só permanece nesta situação durante um tempo muito curto — denominado tempo de vida do estado —, retornando em seguida ao primeiro estado. Nesta volta, o átomo devolve o fóton que absorvera, havendo então emissão de luz. Este fenômeno também produz alterações na velocidade do átomo, pois provoca um recuo na direção oposta àquela em que o fóton foi emitido (caso semelhante ao que ocorre quando um atirador efetua um disparo com arma de fogo). Há, no entanto, uma diferença importante: como as emissões ocorrem aleatoriamente no espaço, elas não produzem, em média, nenhuma variação na velocidade do átomo, desde que consideremos vários eventos (figura 3). Com a absorção de luz é diferente: ela produz variação da velocidade na direção do fóton incidente e, portanto, se usada corretamente, pode alterar a velocidade do átomo naquela direção.

Até o presente, a maioria dos trabalhos voltados para frear átomos utilizou o sódio, que apresenta absorção para um comprimento de onda em torno de 589 nanômetros (um nm é igual a 10^{-9} metro), que corresponde à luz amarela. Em cada absorção de fótons com frequência que corresponda a este comprimento de onda, a velocidade do átomo é reduzida em três centímetros por segundo. Portanto, se tivermos um átomo se deslocando mil metros por segundo (velocidade típica em feixes atômicos), serão necessárias 33 mil absorções para conduzi-lo ao repouso. Se este evento ocorrer num espaço de aproximadamente 50 centímetros, a desaceleração do átomo terá sido da ordem de um milhão de metros por segundo ao quadrado, ou seja, em torno de cem mil vezes a aceleração da gravidade na superfície da Terra.

O grande número de fótons necessário para frear o feixe atômico cria uma dificuldade. Quando a velocidade dos átomos começa a diminuir, o efeito Doppler provoca uma mudança na frequência de ressonância, e o átomo deixa de absorver a luz, cuja frequência é constante (ver 'Óptica eletrônica ultra-rápida, o chaveamento da luz', em *Ciência Hoje* n.º 51).

Para que o átomo permaneça absorvendo fótons é necessário mudar sua frequência de ressonância, ajustando seus níveis de energia a cada nova velocidade. Isso pode ser feito com o uso de um campo magnético variável no espaço. Campos magnéticos têm a propriedade de modificar a posição

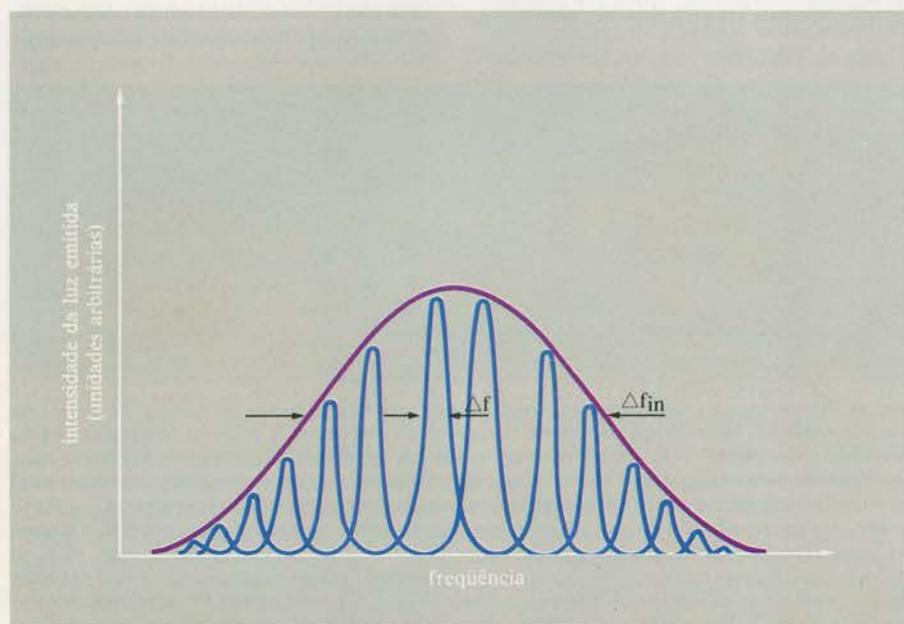


Fig. 2. Alargamento da linha de absorção por causa do efeito Doppler. Cada curva azul corresponde a uma família de átomos com a mesma velocidade, sendo a altura das curvas proporcional ao número de átomos de cada família representada. Cada família possui sua própria frequência de ressonância (que depende da velocidade), embora a largura seja a mesma em todos os casos. A curva lilás é a soma das contribuições de um grande número de átomos com velocidades diferentes. Δf_{in} é a chamada 'largura de linha inhomogênea'.

proporcional a v^2/c^2 , v^3/c^3 e assim por diante; ele alarga a linha homogênea de maneira indesejada, produzindo incerteza na determinação dos níveis de energia. O segundo fator se relaciona com o tempo que o átomo demora para transitar no feixe de luz que está sendo usado para a realização da medida espectroscópica. Quanto mais curto for este tempo de trânsito, maior será o alargamento indesejado da linha. Pode-se traçar um paralelo entre este efeito e a observação de um quadro por alguém que visita uma galeria de arte. A passagem rápida permite apenas uma visão geral da obra, sem que se preste atenção nos detalhes, cuja percepção exige longo tempo de observação.

Vê-se, portanto, que os dois fatores limitantes da resolução derivam do fato de que os átomos estão em movimento. Se estivessem em repouso, ou mesmo em velocidades pequenas, tais efeitos deixariam de existir. Medidas de altíssima resolução exigiriam que se conseguisse parar os átomos. Como atingir este objetivo?

buições de grande número de pesquisadores. Obteve-se êxito: atualmente se consegue parar átomos de um gás sem que haja mudança de fase. Isso é feito com o uso de *laser* (palavra que vem do inglês *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), que é um tipo de luz coerente, de grande intensidade e com uma frequência muito bem definida (ver 'Holografia, a luz congelada', em *Ciência Hoje* n.º 16).

Em 1917, Albert Einstein estudou teoricamente a interação da radiação (luz) com a matéria (átomos). Mostrou então que o movimento dos átomos é influenciado pela absorção de luz. Frisch, em 1933, conseguiu observar experimentalmente este fenômeno. A luz se comporta como se fosse composta de partículas (denominadas fótons) que colidem com o átomo, freando seu movimento. Pode-se imaginar o átomo como uma bola de bilhar rolando sobre uma mesa e sendo alvejado por projéteis (os fótons) que se deslocam na direção oposta. Cada projétil que colide com a bola retarda ligeiramente seu movimento. De-

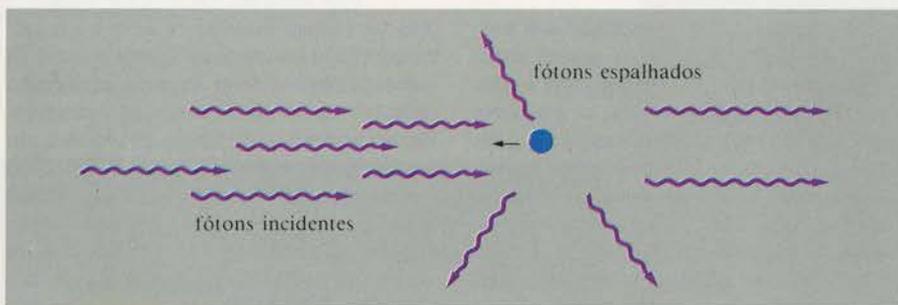


Fig. 3. Representação esquemática do mecanismo utilizado para frear os átomos. Provocam-se colisões de fótons e átomos que se deslocam em direções opostas. Os primeiros são absorvidos e depois emitidos em direções aleatórias.

dos níveis eletrônicos de um átomo, através de um efeito conhecido como Zeeman. Produzindo-se um campo intenso (no qual os átomos iniciam o processo de desaceleração) e reduzindo gradativamente seu valor (na medida em que os átomos são freados), conseguimos fazer com que o efeito Doppler seja constantemente compensado pelo efeito Zeeman, como mostra esquematicamente a figura 4.

Imaginemos que um feixe de luz (com frequência f) incida sobre um átomo cujo espaçamento entre os níveis eletrônicos varie proporcionalmente ao campo magnético aplicado. O átomo só absorverá energia quando o valor do campo compensar o efeito Doppler, ou, nos termos da figura 4, quando

$$f_0 = f(1 + v/c) - \gamma B,$$

onde B é o campo magnético e γ é uma constante. No gráfico da figura 5 aparece o perfil de um campo parabólico, que consegue manter o átomo em constante ressonância com o *laser*. Este perfil é adequado, pois, como o átomo demora um certo tempo para reemitir o fóton que foi absorvido, o campo varia lentamente para átomos que estão absorvendo com velocidade alta (dando tempo para ele reemitir) e varia rapidamente para átomos que estão absorvendo com baixa velocidade. As direções do *laser* e do movimento atômico foram indicadas na figura 3.

Átomos com velocidades da ordem de aproximadamente 1.300 m/s são rápidos demais para que sua velocidade seja compensada pelo campo magnético apresentado ($f v/c$ maior do que γB). Não conseguem absorver a radiação do *laser* e, por isso, sua velocidade não varia. Na medida em que passamos a trabalhar com átomos menos velozes (em torno de 1.100 m/s), o mesmo campo se torna capaz de compensar o efeito da velocidade. O átomo começa a absorver a radiação do *laser* em determinada posição, a partir da qual permanece em ressonância. No fim do processo, ele deixa o sistema com uma velocidade extremamente baixa. Átomos com velocidades inferiores a 1.100 m/s só iniciam o processo de desaceleração em regiões onde o campo é

menos intenso, mas todos deixarão o sistema com a mesma velocidade baixa.

Utilizando este princípio, dois grupos (um do Massachusetts Institute of Technology e outro do National Bureau of Standards) construíram aparelhos como os mostrados na figura 6. Através do escape de sódio gasoso por um pequeno orifício, um feixe atômico é produzido em forma de jato. Na viagem através do aparelho, átomos com velocidades acima de determinado valor (no caso, 200 m/s) são freados, juntando-se aos átomos lentos. Assim, como mostra a figura 7, estes passam a ser

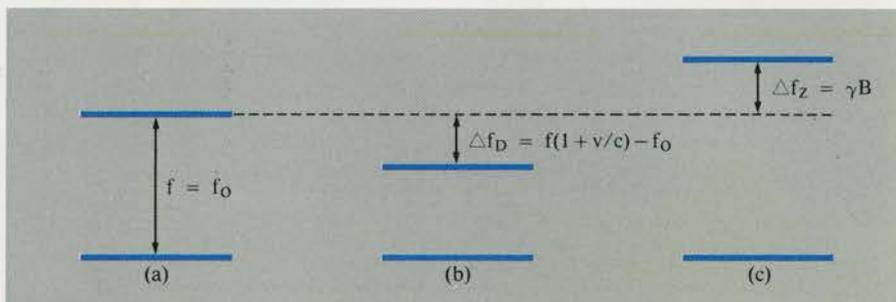


Fig. 4. Representação esquemática de frequências de ressonância (níveis de energia) de um átomo em três situações. Em (a) o átomo está em repouso e sua frequência f_0 é igual à frequência f da luz incidente sobre ele ($f_0 = f$). Em (b) o átomo se desloca na direção contrária à da luz; neste caso, por causa do efeito Doppler, ele 'sente' aumentar a frequência do *laser*, que passa a ser igual a $f(1 + v/c)$. Isso significa que a frequência de ressonância do átomo diminui de um valor $\Delta f_D = f(1 + v/c) - f_0$. Em (c) o átomo está em repouso, porém submetido a um campo magnético B , o que aumenta sua frequência de ressonância de um valor $\Delta f_Z = \gamma B$ por causa do efeito Zeeman. Pode-se ver que se as situações (b) e (c) acontecerem simultaneamente é possível ajustar o valor de B de forma tal que a diminuição da frequência causada pelo efeito Doppler seja compensada pelo acréscimo oriundo do efeito Zeeman. Neste caso, $\Delta f_D = \Delta f_Z$; logo, $f(1 + v/c) - f_0 = \gamma B$.

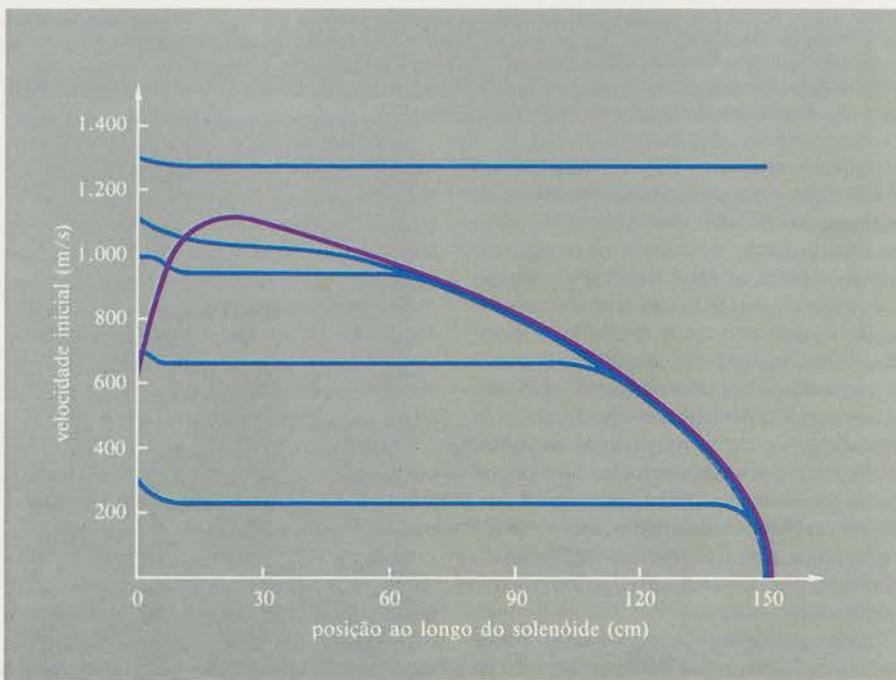


Fig. 5. Perfil de um campo magnético parabólico (curva lilás) gerado por um solenóide de 150 centímetros, adequado para compensar o efeito Doppler por causa do processo de desaceleração. As curvas azuis representam cálculos efetuados em computador, mostrando como as velocidades dos átomos diminuem depois destes terem caminhado no interior do solenóide. As várias curvas indicam algumas das possíveis velocidades iniciais que os átomos podem ter no momento em que entram no solenóide.

maioria no conjunto dos átomos que emergem do sistema.

A variação da frequência do átomo não é a única maneira de compensar o efeito Doppler. Podemos também variar a frequência do *laser* para obter o mesmo resultado. Esta alternativa foi proposta pelo Grupo de Espectroscopia de Moscou, che-

ser usada como padrão. Precisões da ordem de uma parte em 10^{11} têm sido obtidas com a utilização de feixes de césio. A produção de feixes lentos e monoenergéticos melhora este desempenho, pois elimina o efeito Doppler. Por isso, eles são fortes candidatos para que se criem padrões de frequência com níveis de precisão sem precedentes.

A obtenção de átomos lentos permite ainda que se verifique o caráter ondulatório da matéria. Como vimos anteriormente, a luz (ondas) pode ser entendida como se fosse composta de pequenas partículas (fótons). Apresenta, portanto, conforme foi apontado pela teoria quântica, caráter dual, que também se manifesta no caso da matéria. O átomo tem associado a si uma onda, cujo comprimento (λ) é inversamente proporcional à sua velocidade:

$$\lambda = h/mv,$$

onde m é a massa do átomo, v é a sua velocidade e h é novamente a constante de Planck. Assim, para átomos de sódio (cujas massa é igual a 38×10^{-27} kg) que se deslocam com velocidades de 1.000 m/s (típicas no interior de um forno), temos um comprimento de onda: muito pequeno: 0,0017 nm. Nestas condições, torna-se praticamente impossível observar o caráter ondulatório do átomo. Mas, quando as velocidades são extremamente baixas, o comprimento de onda do átomo se torna bem mais longo, e assim o comportamento ondulatório da matéria fica manifesto durante a interação do átomo com superfícies ou com outros átomos.

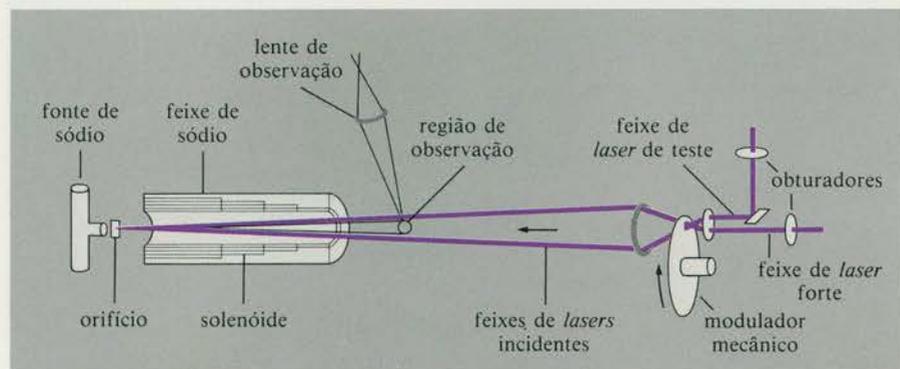


Fig. 6. Vista esquemática da montagem experimental usada para freamento de átomos de sódio. O feixe atômico é gerado num forno com temperatura em torno de 500° C e se propaga para a direita depois de passar por um pequeno orifício e ser colimado (ou seja, tornado paralelo). Dois feixes de *laser* se propagam para a esquerda. O feixe forte é usado para o processo de desaceleração e o feixe de teste para analisar os átomos lentos. A interação do feixe forte com os átomos de sódio acontece no interior do solenóide.

fiado por V.S. Letokhov, que demonstrou experimentalmente este processo (figura 8). Na medida em que o átomo se desacelera, aumenta-se a frequência do *laser*, compensando assim o efeito Doppler, sempre de forma a manter a situação de ressonância. Esta técnica tem a desvantagem de produzir pulsos de átomos lentos embebidos num fluxo de átomos cujas velocidades não foram alteradas.

A produção de um feixe de átomos lentos é de extremo interesse para várias áreas da física. Como vimos no início do artigo, a redução da velocidade dos átomos permite que se obtenham amostras livres do efeito Doppler de primeira e segunda ordens. Surge assim a possibilidade de que a espectroscopia se torne muito mais precisa, permitindo estudos mais detalhados da estrutura atômica.

Outra aplicação importante é a construção de relógios atômicos. Os atualmente famosos relógios de quartzo possuem um cristal que oscila com uma frequência da ordem de um milhão de ciclos por segundo (1 MHz). Com o mesmo material, instrumentos um pouco mais sofisticados permitiram verificar que a taxa de rotação da Terra varia anualmente de uma parte em cem milhões. Para muitos experimentos, no entanto, é necessário medir variações do tempo ainda menores. Como, nestes casos, os relógios de quartzo não são suficientemente precisos, é necessário desenvolver osciladores mais estáveis. A frequência de certas transições atômicas é extremamente estável e pode

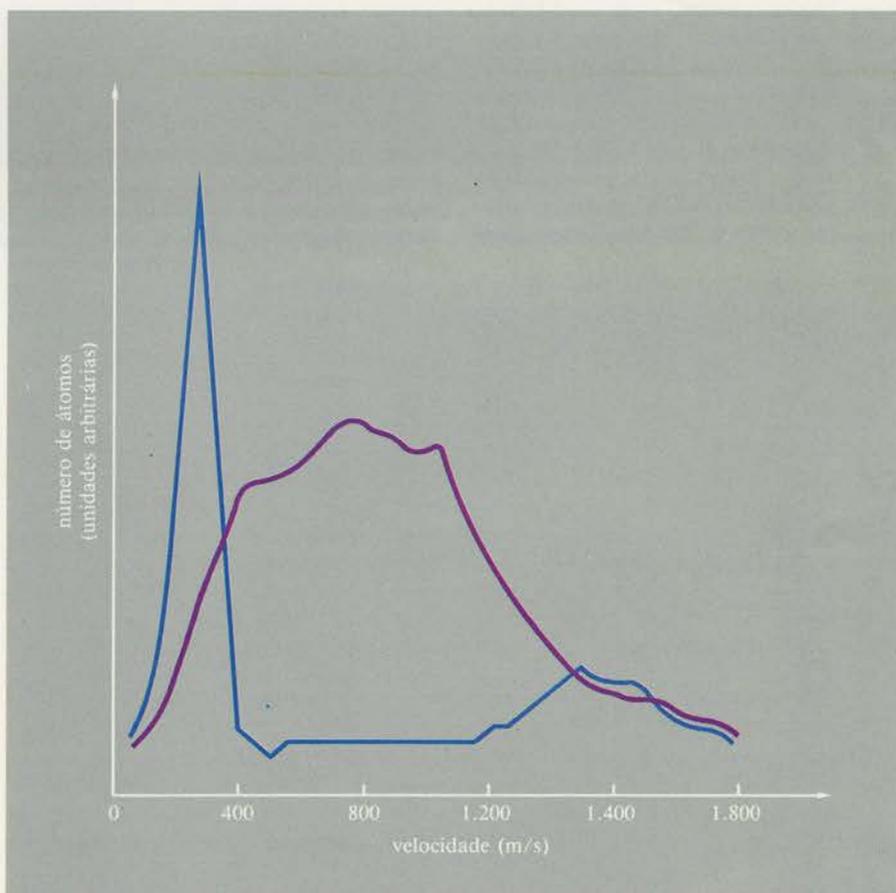


Fig. 7. Distribuição de velocidades do feixe atômico de sódio, medida num sistema experimental como o mostrado na figura 6. A curva lilás corresponde à situação inicial, em que o feixe de *laser* forte está desligado. Quando ele é ligado, diminui sensivelmente a velocidade de uma grande fração dos átomos. A medida é feita através da variação da frequência do *laser* de teste, que pode ser relacionada com a velocidade através da equação do efeito Doppler ($f = f_0 - kv$).

As técnicas de freamento também tornaram possível realizar o velho sonho de confinar átomos neutros numa determinada região do espaço, de modo que seu movimento translacional possa ser totalmente controlado. A grande dificuldade no aprisionamento desses átomos vem do fato de que eles interagem fracamente com campos externos — exatamente por serem neutros. Campos muito intensos seriam necessários para o seu confinamento. Mas o resfriamento com *laser* reduz a energia desses átomos o suficiente para possibilitar este efeito com o uso de campos elétricos e magnéticos que podem ser criados hoje em laboratório. A possibilidade de confinamento de átomos a temperaturas de 10^{-3} a 10^{-6} kelvin cria novas perspectivas em física. Acredita-se que muitas novidades surgirão nesta área nos próximos anos.

No Instituto de Física e Química de São Carlos está sendo desenvolvido um sistema experimental que permitirá a realização de vários estudos utilizando átomos com baixas velocidades. Na figura 9 aparecem a fonte de átomos, o magneto que produz o campo necessário para compensar o efeito Doppler e o sistema de vácuo, que integram o equipamento construído. Ele permitirá que se acompanhe o processo de freamento dos átomos de forma contínua, tornando possível a realização de um estudo inédito, baseado na observação da luz emitida pelo átomo durante sua interação com o *laser* desacelerador. Quanto mais lento estiver o átomo, maior quantidade de luz ele emitirá por unidade de comprimento, já que a taxa de emissão é constante.

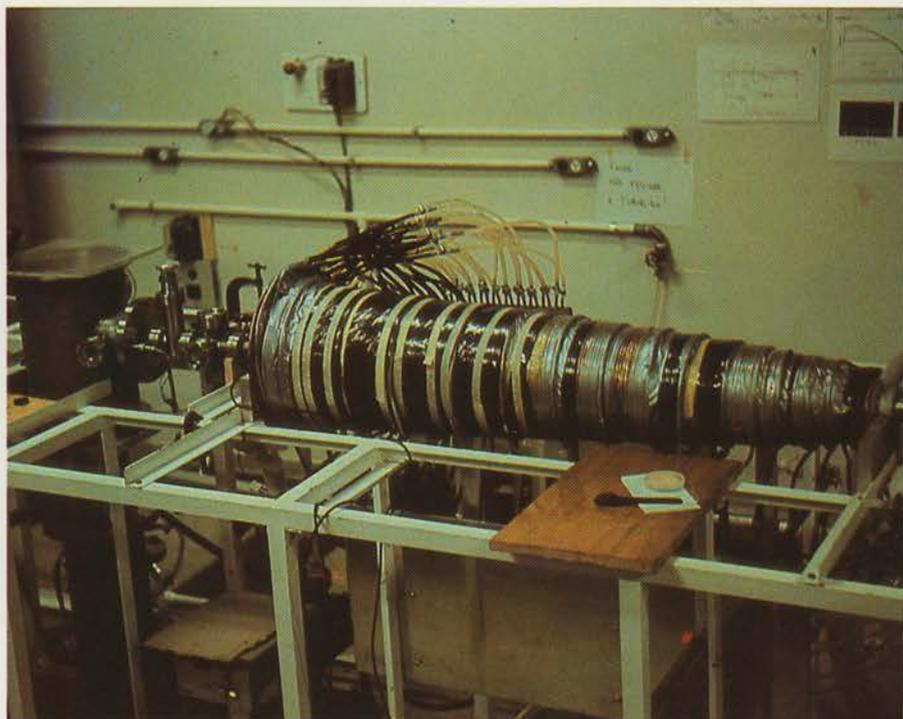


Fig. 9. Equipamento para freamento de átomo de sódio, construído no Instituto de Física e Química de São Carlos.

Assim, poderemos determinar a velocidade do átomo, em cada posição, através da análise da quantidade de luz emitida em cada porção da distância (um metro) percorrida na desaceleração. Se implantada com sucesso, a nova técnica permitirá a realização de vários experimentos, nos quais é muito importante a facilidade com que os átomos são manuseados.

Além de estudar o processo básico da interação da radiação com o átomo, pretendemos produzir um feixe atômico com velocidades da ordem de dez a cem centímetros por segundo, que será utilizado para o estudo das colisões entre átomos neutros e das colisões entre átomos e superfícies sólidas. Este último caso é muito interessante: quando um átomo se aproxima de uma superfície sólida, normalmente é atraído e se liga a ela. Entretanto, se ele estiver muito lento, seu comportamento ondulatório (previsto pela mecânica quântica) se manifesta de forma acentuada e o feixe atômico sofre difração e reflexão (efeitos inerentes a ondas), ao invés de aderir à superfície. Estes e outros experimentos permitirão que conheçamos mais e melhor o mundo dos átomos, que tantas surpresas já trouxe à ciência contemporânea.

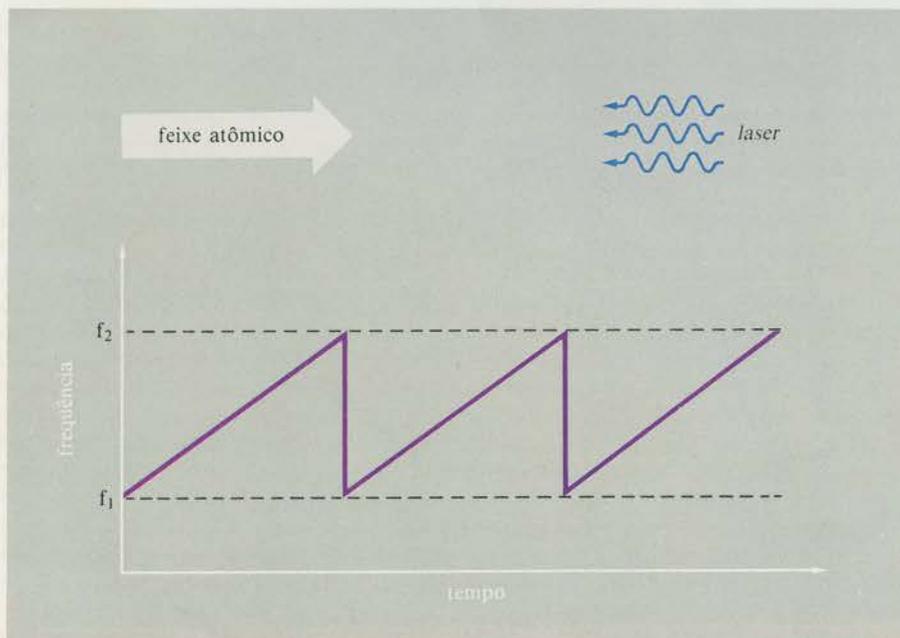


Fig. 8. Representação esquemática da configuração laser-átomo (e da variação da frequência do laser com o tempo) usada para a desaceleração de feixe atômico com laser de frequência variável. Neste caso, o efeito Doppler é compensado com a variação temporal linear da frequência do laser de freamento entre os valores f_1 e f_2 .



SUGESTÕES PARA LEITURA

- PHILLIPS W.D. e METCALF H.J., 'Cooling and trapping atoms', *Scientific American*, vol. 256, p. 36, março de 1987.
- WINELAND D.J. e ITANO W.M., 'Laser cooling', *Physics today*, vol. 40, p. 34, junho de 1987.
- BAGNATO V.S. e ZILIO S.C., 'Recoo de um átomo devido à absorção de fótons', aceito para publicação na *Revista de Ensino de Física*.
- BAGNATO V.S., CASTRO J.C., SIU LI M. e ZILIO S.C., 'Cooling and trapping neutral atoms with radiative forces', *Revista Brasileira de Física*, vol. 18, n° 3, 1988.

Tudo que o talento brasileiro precisa é de um empurrãozinho.

Dois nomes, dois cientistas brasileiros de prestígio internacional.

Um deles é o Professor Leopoldo de Meis, premiado pela Academia de Ciências do 3º Mundo, que vem pesquisando a transformação da energia em sistemas biológicos. Trabalho que mereceu reportagem aqui mesmo, na Revista Ciência Hoje.

Há um ano e meio, o Professor Leopoldo coordena um programa de formação de pessoal em bioquímica, treinando estudantes em laboratório. Estimular esses novos pesquisadores é fundamental para o futuro da ciência brasileira.

O esforço do Professor Leopoldo é apoiado financeiramente pela FAPERJ.

O outro nome é do Professor Constantino Tsallis.

Com um dos auxílios que recebeu da FAPERJ, pôde viajar à China e ao Japão, onde desenvolveu valioso intercâmbio com renomados cientistas, tema de artigos em revistas internacionais.

Com outro auxílio, o Professor Constantino pôde atualizar equipamentos, o que tem facilitado muito o andamento de suas pesquisas como, por exemplo, as que vem desenvolvendo sobre modelos de redes de neurônios e autômatas celulares.

E com um terceiro auxílio, está organizando a conferência internacional "STATPHYS." Este é o grande acontecimento em física estatística do mundo, aguardado ansiosamente e realizado a cada 3 anos, sempre num país diferente.

Nesta conferência, é concedida a medalha Boltzman, uma espécie de Prêmio Nobel de Física Estatística. E será a primeira vez que a STATPHYS vai acontecer num país do hemisfério Sul, no Brasil, de 31 de julho a 4 de agosto.

Num país que não prima por tratar muito bem seus cientistas, o Estado do Rio de Janeiro e a FAPERJ se orgulham de estar por trás de fatos tão importantes.

A FAPERJ quer continuar a servir aos cientistas fluminenses estimulando, apoiando e financiando o talento de nossa gente.



Professor Leopoldo de Meis

Professor Titular de Bioquímica do ICB-UFRJ

Professor Constantino Tsallis

Pesquisador Titular do CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

FAPERJ

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

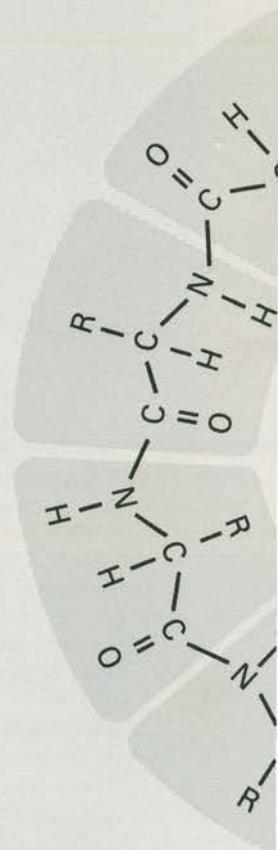
Av. Erasmo Braga, 118 - 6º andar
Tels: (021) 221.5219 - 221.7846 - RJ

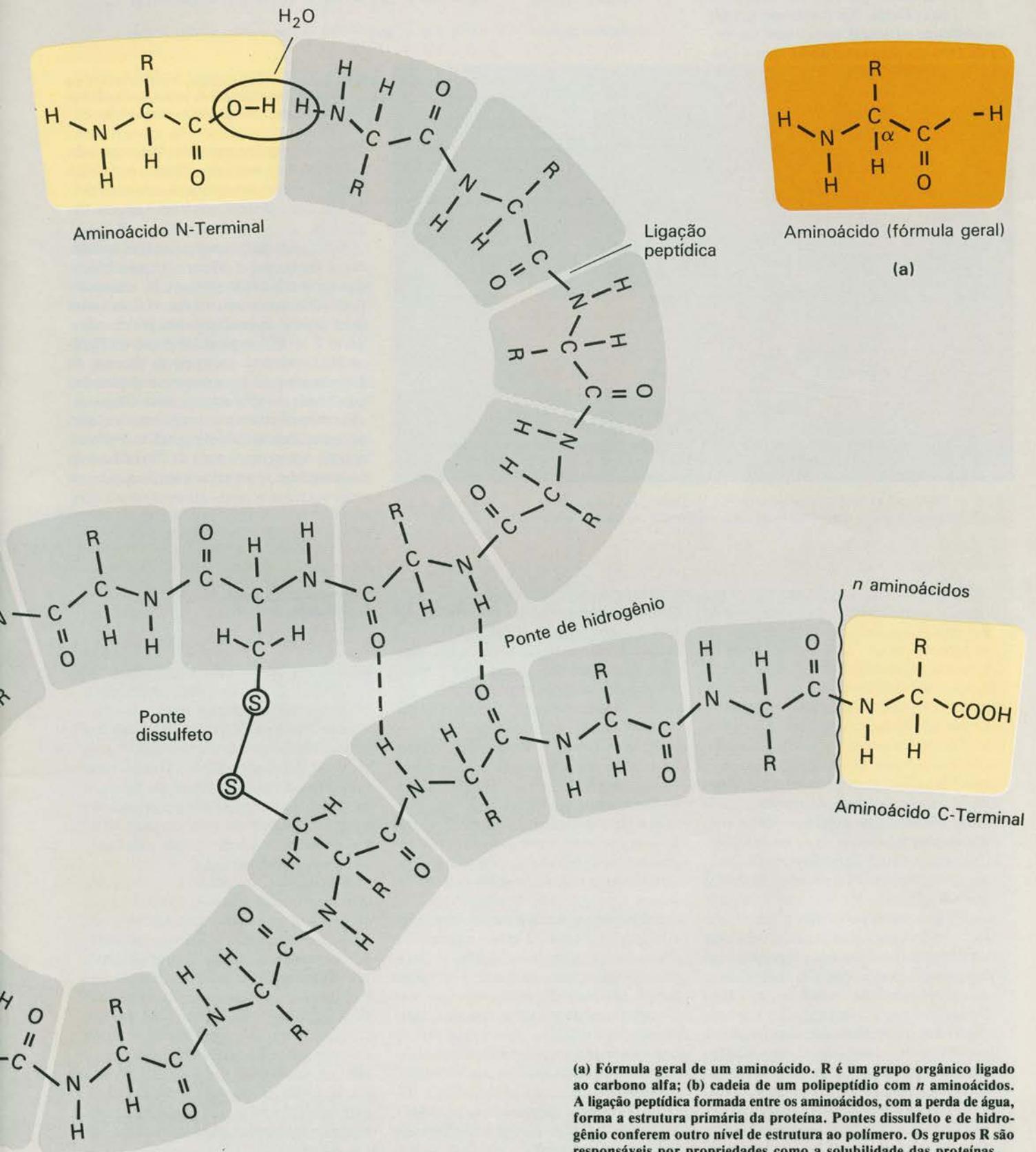
SEQÜENCIAMENTO DE PROTEÍNAS

Lauro Morhy

Laboratório de Bioquímica/Química de Proteínas,
Departamento de Biologia Celular, Universidade de Brasília

A possibilidade de formação de diferentes seqüências de aminoácidos é virtualmente ilimitada, o que propicia o aparecimento, na natureza, de moléculas protéicas dotadas das mais inusitadas propriedades. Conhecemos até hoje muito poucas dessas seqüências. A fase moderna da cromatografia só começou nos anos 30, e os trabalhos pioneiros de seqüenciamento de proteínas, iniciados nos anos 50, requeriam dez anos de pesquisa com amostras da ordem de cem gramas. Atualmente, graças a aperfeiçoamentos sucessivos, o mesmo resultado pode ser obtido em poucos dias, a partir de amostras com menos de um nanograma. Engenharia genética, farmacologia e biotecnologia estão entre as áreas que se beneficiam desse avanço. Na UnB, se obteve a seqüência de aminoácidos de uma proteína presente na semente do feijão-de-corda.





Proteínas são macromoléculas fundamentais para o funcionamento das células. Apresentando grande variabilidade estrutural, respondem por cerca de 15% do peso total do homem e chegam a compor mais da metade do peso seco de muitos seres, nos quais desempenham funções biológicas distintas — como atividade enzimática, transporte, nutrição, contração, defesa imunológica, regulação e outras. Possuem, ademais, propriedades especiais surpreendentes: o sabor da monelina e da thaumatococcus, por exemplo, é mais doce que o da sacarose.

Cada espécie animal ou vegetal é formada por milhares de proteínas diferentes. Fato extraordinário: toda essa diversidade de-

Indivíduo normal	... Val — His — Leu — Thr — Pro — Glu — Glu — Lys ...
Indivíduo doente	... Val — His — Leu — Thr — Pro — Val — Glu — Lys ...

Fig. 2. São 600 os aminoácidos presentes na cadeia da proteína hemoglobina, transportadora de oxigênio nas hemácias. Nos portadores de anemia falciforme, a cadeia beta da hemoglobina difere em apenas um aminoácido, em relação aos indivíduos normais, com graves consequências.

riva de combinações de apenas 20 aminoácidos que, sozinhos, não apresentam as importantes propriedades das proteínas resultantes de seu encadeamento (figura 1). A ordem sequencial dos aminoácidos chega a ser tão crítica que a mudança de posição, a simples deleção ou a inserção de um só aminoácido pode acarretar mudanças con-

sideráveis nas propriedades funcionais da proteína. Um exemplo clássico é o efeito dramático que se verifica na anemia falciforme, uma doença genética humana (figura 2).

Contrariando as aparências mais imediatas, é fantástico o número de possibilidades de combinação para os 20 aminoácidos formadores das proteínas: se cada um deles ocorrer apenas uma vez, podem-se esperar 2×10^{18} seqüências possíveis (figura 3). Estruturas com poucas dezenas de aminoácidos, no entanto, são consideradas peptídios. As proteínas, como dissemos, são macromoléculas, com cadeias bem maiores, chamadas polipeptídios. Normalmente, apresentam mais de 50 resíduos de aminoácidos, com repetições, o que torna

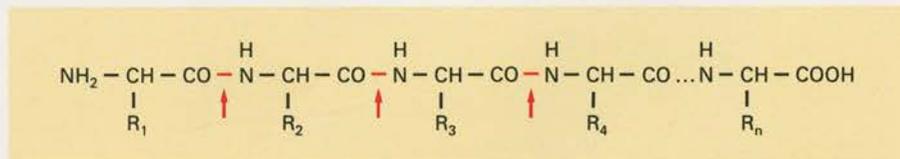


Fig. 1. Cadeia polipeptídica. As setas indicam as ligações peptídicas entre os aminoácidos. $R_1, R_2, R_3, R_4, \dots, R_n$ são estruturas laterais características de cada aminoácido. Por convenção o aminoácido da extremidade à esquerda ($NH_2CHR_1CO^-$) é chamado N-terminal e o da direita é o C-terminal.

CROMATOGRAFIA E ELETROFORESE

Se excetuarmos referências muito antigas, apenas indiretamente relacionadas ao método, podemos situar na segunda metade do século XIX a descoberta da cromatografia, cujo desenvolvimento exigiu a contribuição de pesquisadores de várias nacionalidades. Cabe, no entanto, ao russo Michael Semenovich Tswett (1872-1919) a primazia pelo desenvolvimento das bases da cromatografia atual. Em 1903 ele já se referia à “possibilidade de se desenvolver um novo método de separação física de substâncias diferentes, dissolvidas em líquidos orgânicos”, tendo como base a “habilidade dos solventes de formarem compostos adsorvidos por diversos sólidos minerais e orgânicos”. Pouco tempo depois a idéia frutificou: “Se uma solução de clorofila em éter de petróleo é filtrada através de uma coluna adsorvente (para esta finalidade uso principalmente carbonato de cálcio bem empacotado em tubo de vidro), os pigmentos, de acordo com sua posição na seqüência de adsorção, são depositados em zonas coloridas, separadas ao longo da coluna desde o topo, por causa do fato de que os pigmentos com maior adsorção deslocam os mais fracamente retidos. Esta separação torna-se praticamente perfeita se, após a passagem do extrato dos pigmentos através da coluna, esta for lavada com solvente puro (...) De modo se-

melhante aos raios de luz no espectro, diferentes componentes da mistura de pigmentos são arranjados naturalmente na coluna de carbonato de cálcio, a qual possibilita a determinação qualitativa e quantitativa da mistura. A preparação assim obtida chamo cromatograma e o método proposto, cromatografia.”

No trabalho de 1906, Tswett explorou bastante o seu método, estudando-o sob vários aspectos. Viu a possibilidade de introduzir substâncias de referência na mistura a ser analisada, para melhor identificar seus componentes; usou a cromatografia como método de preparação; variou a fase móvel no curso da análise; observou a necessidade de estudo espectral dos compostos analisados ou separados e assim por diante. O assunto despertou muito interesse, e o método foi aclamado em toda parte. Mas não por muito tempo. Depois de 1910, ano em que Tswett publicou *As cromofilas no mundo vegetal e animal*, a cromatografia ficou praticamente esquecida, ao que parece por causa das críticas desfavoráveis, feitas pelo respeitável químico alemão Richard Willstätter (prêmio Nobel de 1915). A partir de então, alguns trabalhos isolados usaram o método, mas foi preciso esperar até 1931 para sua reabilitação. Iniciou-se nesse ano a fase moderna da cromatografia, com o austríaco Edgar

Lederer e os alemães Richard Kuhn (ex-assistente de Willstätter) e A. Winterstein.

Tendo recebido de Kuhn, em dezembro de 1930, a monografia de Tswett publicada em 1910, Lederer encontrou ali as informações de que necessitava para testar a possibilidade de separar uma mistura de luteína e de zeaxantina. Usando uma coluna de carbonato de cálcio pulverizado, obteve pleno êxito. Depois, num experimento crucial, aplicou na coluna a luteína da gema de ovo e conseguiu separar a xantofila e a zeaxantina, confirmando assim, em laboratório, uma hipótese levantada por Kuhn.

A partir daí, o método foi retomado, evoluiu em várias frentes e ramificou-se em inúmeras modalidades, tornando-se frequentemente insubstituível. Em 1935, foi realizada a primeira síntese de resina por cromatografia em troca iônica, que se tornaria importante para a fabricação de resinas sintéticas, a separação das terras-raras e de vários produtos de fissão e a solução de intrincados problemas de estrutura de proteínas e de ácidos nucléicos. Em 1937, Arne Tiselius descreveu em detalhes a eletroforese (método de separação de moléculas que usa diferença de potencial elétrico). No mesmo ano, trabalhando no Brasil, P. König publicou o primeiro trabalho de eletroforese em papel, no qual descreveu o fracionamento

virtualmente ilimitada a possibilidade de formação de diferentes seqüências.

A seqüência dos aminoácidos combinados é muito importante, pois determina as propriedades das proteínas, inclusive no que diz respeito às formas (globulares ou fibrosas) que cada uma pode assumir. Isso remete, portanto, à possibilidade de aparecerem, na natureza, moléculas protéicas dotadas das mais inusitadas propriedades. Acredita-se que as proteínas que hoje compõem as cerca de dez milhões de espécies de seres vivos existentes representem menos de um milésimo dos tipos que, em algum momento, se formaram em nosso planeta. As mutações continuam, formando novas seqüências, muitas das quais poderão integrar-se à evolução biológica em curso. Mesmo se considerarmos apenas a diminuta amostra presente hoje nos seres vivos, é pequeníssimo o número de proteínas estudadas pelo homem até aqui.

Em um indivíduo qualquer, a seqüência de aminoácidos de cada proteína resulta da tradução da informação genética contida no ácido desoxirribonucléico (ADN). Essas macromoléculas podem ser estudadas

em vários níveis de complexidade, mas sua estrutura primária — ou seja, a seqüência de resíduos de aminoácidos ligados de forma co-valente — é assunto de alta prioridade. Além dela, existem pelo menos a estrutura secundária (que resulta do arranjo espacial dos aminoácidos) e a terciária (que resulta de dobras da cadeia em três dimensões, conferindo formas esféricas ou globulares à molécula). As proteínas que apresentam mais de uma cadeia polipeptídica são chamadas oligoméricas. É o caso, por exemplo, da hemoglobina, presente no sangue. Ela apresenta quatro cadeias (subunidades ou protômeros) arranjadas em outro nível conformacional, o que caracteriza uma estrutura quaternária (ver 'Metemoglobinemia, células sem ar', em *Ciência Hoje* n.º 32).

Os estudos de seqüenciamento de proteínas — ou seja, determinação da seqüência de aminoácidos presentes em cada uma — só se tornaram possíveis na década de 1950, depois de aperfeiçoamentos sucessivos em técnicas que começaram a desenvolver-se no início do século (ver 'Cromatografia e eletroforese').

AMINOÁCIDOS COMUMENTE ENCONTRADOS NAS PROTEÍNAS

Nomes	Símbolos	
Glicina	Gly	G
Alanina	Ala	A
Valina	Val	V
Isoleucina	Ile	I
Leucina	Leu	L
Fenilalanina	Phe	F
Prolina	Pro	P
Metionina	Met	M
Triptofano	Trp	W
Cisteína	Cys	C
Serina	Ser	S
Treonina	Thr	T
Asparagina	Asn	N
Glutamina	Gln	Q
Tirosina	Tyr	Y
Histidina	His	H
Ácido Aspártico	Asp	D
Ácido Glutâmico	Glu	E
Lisina	Lys	K
Arginina	Arg	R

Fig. 3. Nomes e abreviações dos aminoácidos comumente encontrados nas proteínas. Por convenção, eles são identificados pelos bioquímicos por letras ou grupos de três letras.

PRINCIPAIS EVENTOS EM CROMATOGRAFIA E ELETROFORESE NO SÉCULO XX

- 1903 — Tswett publica *Sobre uma nova categoria de fenômeno de adsorção e sua aplicação à análise bioquímica*, primeiro trabalho sobre cromatografia de adsorção.
- 1910 — Tswett defende sua tese de doutoramento *As cromofilas no mundo vegetal e animal*.
- 1910-1931 — 'Período de dormência', em que a cromatografia ficou praticamente esquecida.
- 1931 — Lederer, Kuhn e Winterstein redescobrem o método e obtêm com ele importantes êxitos experimentais. Inicia-se a fase moderna da cromatografia.
- 1935 — Primeira síntese de resina de troca iônica, por Adams e Holmes.
- 1937 — Arne Tiselius descreve detalhadamente a eletroforese.
- 1938 — Analisando produtos farmacêuticos, Izmailov e Schraiber tornam-se pioneiros da cromatografia em camada delgada, popularizada por E. Stahl.
- 1941 — Martin e Synge descobrem a cromatografia por partição. Hesse, Eilbracht e Reicher fazem os primeiros trabalhos de cromatografia por adsorção a gás.
- 1949 — Cohn utiliza a troca iônica para separar constituintes de ácidos nucléicos.
- 1951-1963 — Série de eventos ligados ao desenvolvimento da eletroforese: introdução da eletroforese de alta-voltagem por Michl; da eletroforese em gel de amido por Smithies; da eletroforese em gel de poliácridamida por Raymond e Weintraub; da eletroforese de disco por Davis e Ornstein; da eletroforese *slab* por Raymond; e da isotacoforese por Konstantinov e Oshurkova.
- 1951 — Usando pela primeira vez a cromatografia por afinidade, Campbell, Luescher e Lerman isolam anticorpos numa coluna com celulose e antígenos.
- 1952 — James e Martin introduzem a cromatografia por partição a gás.
- 1955 — Extensão da troca iônica à cromatografia em papel, que permitiu depois (por troca iônica em camada delgada) a separação de constituintes de ácidos nucléicos de baixo peso molecular.
- 1958 — Primeiras análises automáticas de aminoácidos por Spackman, Stein e Moore.
- 1959 — J. Porath e P. Flodin introduzem, na Suécia, a cromatografia em gel.
- 1963 — Giddings descobre que a teoria desenvolvida para a cromatografia em fase gasosa era aplicável, com pequenas modificações, à cromatografia líquida. Surge a cromatografia de líquido de alta eficiência (CLAE).
- Década de 1960 (vários trabalhos) — Svensson (que em 1968 passou a chamar-se H. Rilbe) supera as dificuldades de estabilização do gradiente de pH necessário à focalização isoeletrica (uma modalidade de eletroforese).

do veneno da cobra *Bothrops jararaca* ('Employment of electrophoresis in chemical experiments with small quantities', in *Actas e trabalhos do Terceiro Congresso Sud-Americano de Química*). Os principais acontecimentos de uma longa cadeia de eventos aparecem no quadro ao lado.

A teoria da cromatografia é posterior: até 1940, estava praticamente na estaca zero. Isso talvez ajude a explicar porque, até hoje, muitos usuários relutam em prestar atenção aos aspectos teóricos dessa técnica, perdendo por isso a oportunidade de obter resultados melhores. Mesmo assim, praticamente não há laboratório de química ou bioquímica em todo o mundo em que não se use hoje, rotineiramente, o método cromatográfico e/ou eletroforético. Estes poderosos recursos de separação de misturas moleculares são usados nos laboratórios de análises químicas e criminalísticas, no controle de poluição ambiental, no controle de qualidade de produtos químicos e bioquímicos, na pesquisa tecnológica de novos produtos, nas indústrias petroquímica, farmacêutica, de bebidas, de cosméticos, de alimentos, de produtos químicos extrativos e sintéticos em geral — e em várias outras atividades. Praticamente todas as substâncias químicas e biológicas podem ser separadas e determinadas por alguma modalidade do método cromatográfico ou eletroforético, sejam elas sólidas, líquidas ou gasosas.

Frederick Sanger, prêmio Nobel de Química de 1958 e pesquisador da Universidade de Cambridge (Inglaterra), determinou então, pela primeira vez, a seqüência presente em uma proteína, a insulina. Sanger abriu o caminho para o encontro definitivo da química de proteínas com a genética molecular. Na mesma época e na mesma universidade, James D. Watson e Francis Crick descobriram a estrutura em dupla hélice do ADN e propuseram as hipóteses básicas que explicavam sua replicação. Pouco depois, graças a esses trabalhos, estavam elucidados os principais segredos do código genético.

A estratégia de Sanger recebeu várias contribuições, e o seqüenciamento N-terminal de proteínas (ou seja, feito pelo lado N-terminal da molécula) apresenta hoje avanços importantes. Um trabalho que, na época de Sanger, exigia dez anos de pesquisa e cerca de cem gramas de proteínas, atualmente pode ser feito em menos de uma semana, tendo como base uma amostra com menos de um nanograma (10^{-9} grama).

A figura 4 mostra, de maneira esquemática, os procedimentos hoje utilizados para a determinação da seqüência dos aminoácidos de uma proteína qualquer. Para realizar-se o primeiro passo (determinação dos aminoácidos presentes), a proteína é submetida previamente a um tratamento (por hidrólise) que resulta no rompimento das ligações peptídicas. A mistura de aminoácidos assim obtida é então analisada por cromatografia, determinando-se quais deles estão presentes e as respectivas proporções em que aparecem.

Para facilitar o trabalho, a proteína é colocada em forma linear, por meio de tratamento químico especial que provoca a redução das pontes $-S-S-$ e a estabilização da molécula, evitando-se assim que as pontes rompidas se refaçam e a molécula readquirir ligações e interações internas, que impediriam o seqüenciamento. Para determinar o resíduo do aminoácido N-terminal, provoca-se uma reação entre ele e uma substância marcadora especial, como por exemplo o cloreto de dansila ou o fluordinitrobenzeno (conhecido como reagente de Sanger). Depois, o polipeptídeo marcado é submetido a hidrólise ácida ou a um tratamento de clivagem do resíduo N-terminal, conforme o método de seqüenciamento escolhido. No primeiro caso, rompem-se as ligações peptídicas, mas não ocorre separação entre o aminoácido N-terminal e a substância marcadora. No segundo, separa-se apenas o aminoácido N-terminal marcado, permanecendo intacta a estrutura linear do resto do polipeptídeo. Os aminoácidos marcados, obtidos nos dois casos, podem ser facilmente identificados por cromatografia em papel, camada fina ou líquida de alta eficiência (CLAE).

Para a determinação do aminoácido C-terminal são usadas enzimas carboxipeptidases, que atuam a partir da extremidade C-terminal, clivando sucessivamente os aminoácidos encadeados na seqüência que ali se inicia. Feita cada hidrólise, os aminoácidos marcados são analisados por cromatografia (CLAE ou camada fina), determinando-se o resíduo C-terminal e a seqüência C-terminal da molécula.

Quando se trabalha com o polímero inteiro, o seqüenciamento apresenta dificuldades técnicas, como perdas do polímero por solubilidade ou introdução de impurezas e artefatos químicos ao longo dos numerosos passos necessários a este trabalho. Para fragmentar a cadeia polipeptídica — criando condições mais propícias para separar e seqüenciar os peptídios resultantes — normalmente se usam reagentes químicos ou enzimas. No primeiro caso, podemos citar o exemplo do brometo de ciano-

gênio (que cliva onde aparece o aminoácido metionina) e do ácido o-iodo-benzóico (que cliva no triptofano); no segundo caso, mais freqüente, usam-se, entre outras, a tripsina (que cliva após a lisina e a arginina), a protease *submaxillaris* (cliva após arginina) e a protease do *S. aureus* (cliva após os ácidos aspártico e glutâmico).

Feitas as fragmentações, a cromatografia (coluna, CLAE, camada fina ou eletroforese de alta-tensão) permite separar os peptídios resultantes, podendo-se então determinar seu número, através da preparação — por cromatografia/eletroforese ou CLAE — dos chamados 'mapas peptídicos'. Os peptídios purificados são então seqüenciados, usando-se geralmente um dos três caminhos mais difundidos: o método de Edman, uma combinação deste com o método de Gray ou o método de Chang, mostrados na figura 5, junto com o pioneiro método de Sanger.

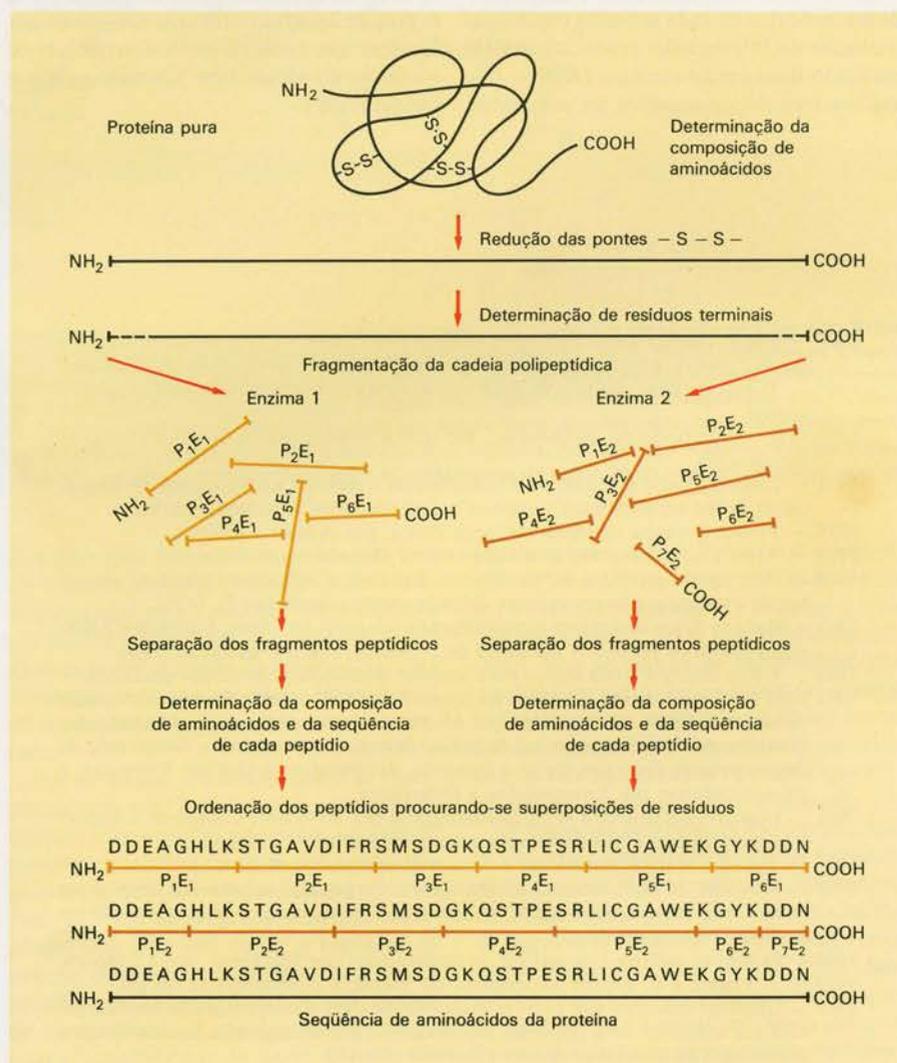
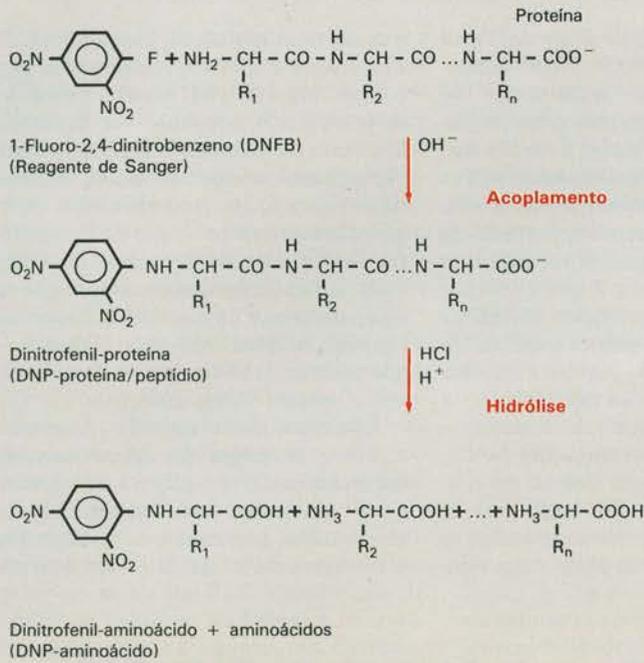
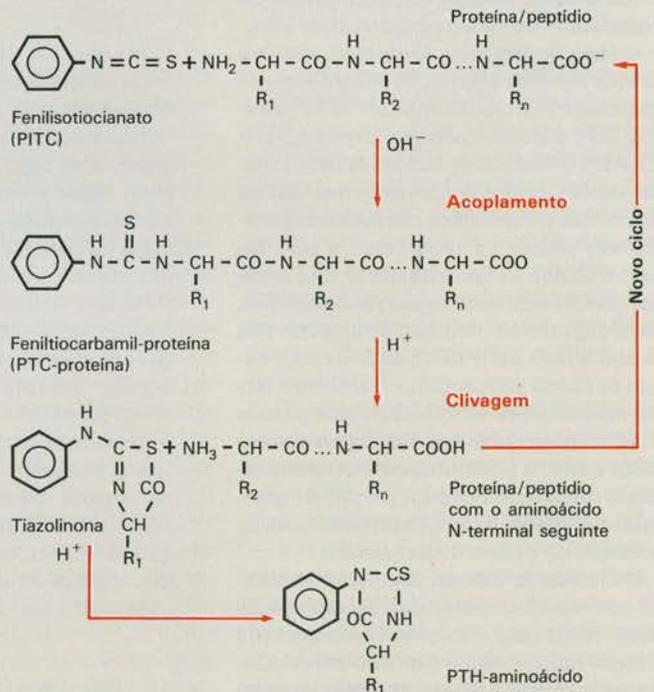


Fig. 4. Resumo esquemático do trabalho de seqüenciamento de uma proteína simples, após seu isolamento e purificação: (a) determinação dos aminoácidos; (b) redução das pontes $-S-S-$; (c) determinação de resíduos N e C terminais da proteína; (d) fragmentação da cadeia polipeptídica; (e) separação dos fragmentos peptídicos; (f) determinação das seqüências dos fragmentos peptídicos; (g) ordenação dos fragmentos peptídicos seqüenciados.

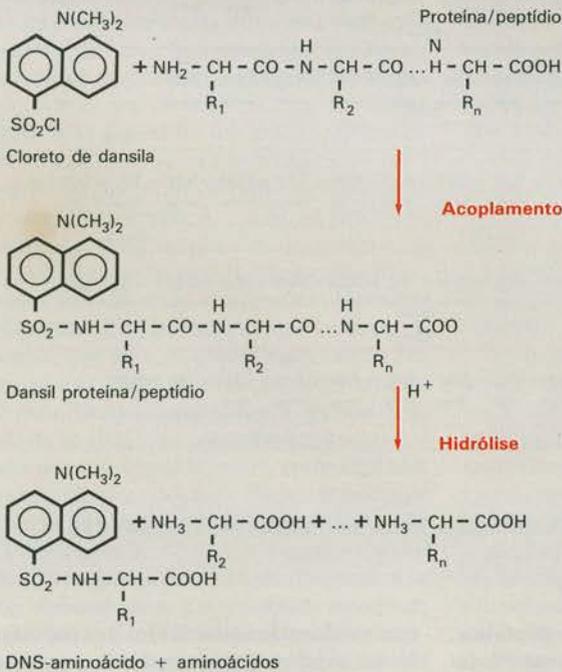
(a) Método de Sanger



(b) Método de Edman



(c) Método de Gray



(d) Método de Chang

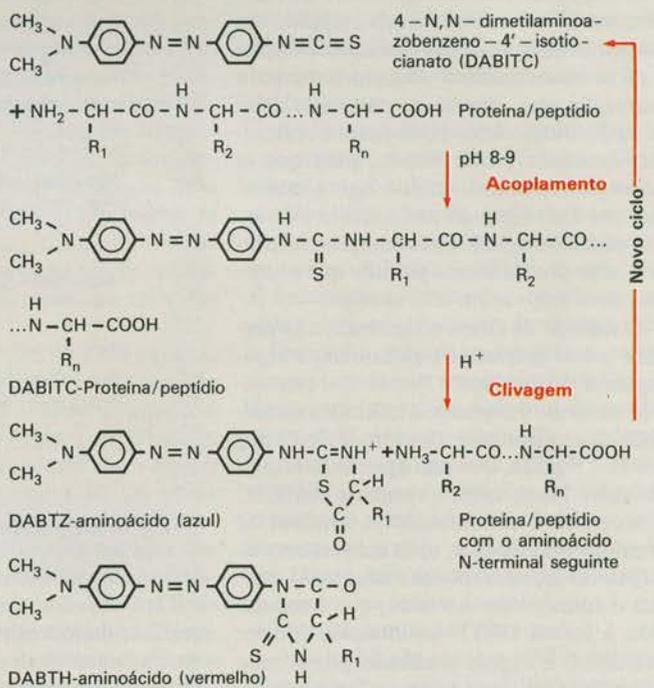


Fig. 5. Métodos para o seqüenciamento de proteínas e peptídios. (a) Método de Sanger. O DNFB reage com o grupo amino do aminoácido N-terminal da proteína ou peptídio. A DNP-proteína (ou peptídio) formada é hidrolisada. O DNP-aminoácido (N-terminal) é identificado por cromatografia, em cada passo. (b) Método de Edman. O PITC reage com o grupo amino do aminoácido N-terminal. O PTC-derivado é submetido a uma clivagem ácida, produzindo-se tiazolinona e, depois, o PTH-aminoácido. Este derivado (do aminoácido N-terminal) é identificado por cromatografia. O método permite a separação seqüencial de cada aminoácido terminal marcado pelo PITC, sem destruir a cadeia restante. (c) Método de Gray. O cloreto de dansila reage com o grupo amino do aminoácido N-terminal. O DNS-derivado é hidrolisado. O DNS-aminoácido (N-terminal) é identificado cromatograficamente em cada passo. (d) Método de Chang. O DABITC reage com o grupo amino do aminoácido N-terminal. O DABITC-derivado é submetido a clivagem ácida, produzindo-se derivados coloridos que podem ser identificados por cromatografia. Este método permite a degradação seqüencial, sem ser necessário destruir o peptídio restante.

O método de seqüenciamento de Edman permite a remoção sucessiva de um resíduo de aminoácido de cada vez, partindo da extremidade N-terminal, permanecendo intacto o resto do peptídeo. O resíduo, removido com solvente adequado, sob a forma de aminoácido-feniltioantoina (PTH-aminoácido), é identificado por cromatografia (CLAE). O método de Edman apresenta várias versões, com procedimentos manuais ou automáticos. Aparelhos chamados *seqüenciadores* podem ser programados para fazer o trabalho automaticamente. Em casos mais favoráveis, com alguns picomoles (um pmol é igual a 10^{-12} mole) de amostra eles podem atingir até o 70º resíduo de aminoácido da cadeia polipeptídica. Também a versão manual pode ser realizada com grande eficiência, apresentando vantagens como o baixo custo, a possibilidade de seqüenciamento simultâneo de vários peptídios e grande sensibilidade. Necessita-se, neste caso, de amostras da ordem do nanomole.

O método de Edman pode ser combinado com outros, como por exemplo o de Gray. Neste caso, remove-se uma parte da solução que contém o peptídeo em estudo, provoca-se uma reação (chamada dansilação) entre o resíduo N-terminal e cloreto de dansila e, após hidrólise ácida, usa-se a cromatografia para determinar esse resíduo marcado; com o reagente de Edman, remove-se o aminoácido N-terminal da amostra restante, ainda não dansilada, da qual se removera uma pequena parte para marcação com cloreto de dansila. Inicia-se então outro ciclo: nova parte é removida, dansilada e hidrolisada, para que se possa determinar o resíduo agora marcado, que é do segundo aminoácido — e assim sucessivamente. Em condições favoráveis, esse procedimento permite que se chegue com êxito até o 25º resíduo.

O método de Gray, no entanto, não permite que se determine a glutamina, a asparagina e o triptofano. Por isso, e por outros motivos, é crescente a utilização do método de seqüenciamento manual de Chang em fase líquida, que não apresenta essa limitação. Neste caso, o reagente DABITC é acoplado à extremidade N-terminal do peptídeo em estudo e, após a clivagem ácida, extrai-se, com solvente adequado, apenas o aminoácido marcado, que é convertido à forma DBTH-aminoácido (de cor vermelha) e depois analisado por cromatografia sobre camada fina. Como nos outros métodos, o peptídeo restante é então submetido a novo ciclo de degradação do N-terminal. Trabalha-se com amostras muito pequenas de um a dez nanomoles, com bons resultados.

O trabalho de seqüenciamento de cada peptídeo é apoiado na determinação da composição de aminoácidos, previamente estabelecida através de análises cromato-

A SEQÜÊNCIA DO BICI

Na semente do feijão-de-corda *Vigna unguiculata* (L.) walp CV 'Seridó', também conhecido como 'feijão caupi' ou 'feijão macacá', existe uma proteína globular, com peso molecular de 9.278 dalttons, capaz de inibir simultaneamente as enzimas tripsina e quimotripsina, produzidas no pâncreas. Trata-se, portanto de um inibidor do tipo *double headed* (duas cabeças), denominado *black-eyed pea trypsin and chymotrypsin inhibitor* (BICI) e isolado pela primeira vez por M. Mateus Ventura e J. Xavier Filho em 1966. Desde então essa substância — e outras, com características similares — tem sido objeto de investigações no Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (CEL-UnB), onde se estudam a interação proteína-proteína, os mecanismos de digestão proteolítica e ou-

tros aspectos biofísicos, bioquímicos, fisiológicos e evolutivos relacionados com o tema. Em 1987, M. Mateus Ventura e eu publicamos nos Anais da Academia Brasileira de Ciências a seqüência completa de aminoácidos do BICI, mostrada na figura 6, inaugurando a linha de seqüenciamento de proteínas do Laboratório de Química de Proteínas do CEL-UnB. Dificuldades quanto à aquisição de equipamentos e importação de reagentes especiais fizeram com que o trabalho — que pode ser feito em menos de dois meses — levasse vários anos.

Adotamos neste trabalho, essencialmente, a estratégia que foi apresentada esquematicamente na figura 4. A proteína foi reduzida e S-carboximetilada; os aminoácidos presentes e os resíduos N e C terminais da molécula foram determi-

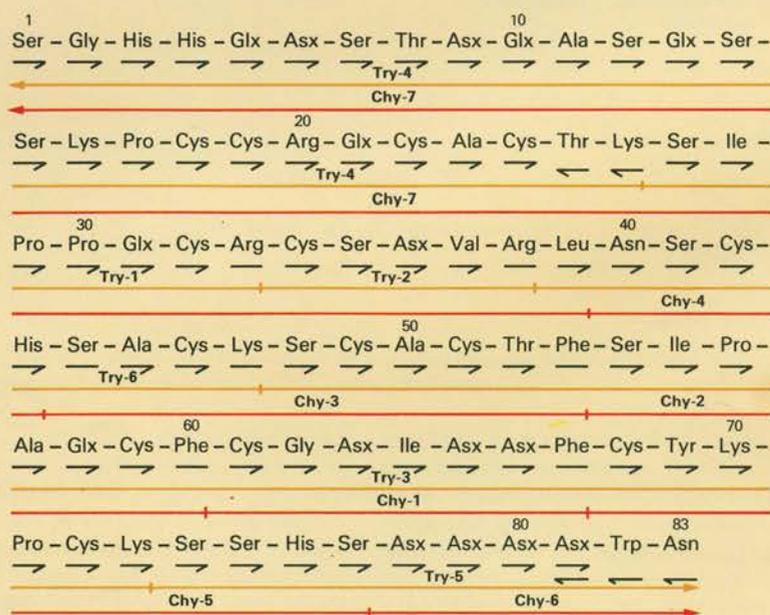


Fig. 6. Seqüência de aminoácidos do inibidor BICI, determinada por L. Morhy e M. M. Ventura em 1987.

gráficas de hidrolisados desses peptídios. Assim, a análise deve encontrar um número de resíduos (de cada espécie de aminoácido) igual, respectivamente, ao de cada espécie de aminoácido seqüenciado.

Após a determinação da seqüência de cada peptídeo, de posse dos dados obtidos na determinação da composição de aminoácidos da proteína e sabendo-se já quais são os resíduos N e C-terminal da molécula, os peptídios seqüenciados são alinhados. As superposições observadas nas seqüências

dos resíduos de aminoácidos dos peptídios levam à definição da seqüência completa, formadora da estrutura primária do polipeptídeo ou da proteína.

No fim dos anos 70 foi desenvolvido um método fácil e rápido, que permite a dedução de seqüências de proteínas a partir da seqüência de nucleotídeos do ADN. Chegou-se a supor que o seqüenciamento químico direto de proteínas tenderia a ser superado, mas essa expectativa foi revertida. De um lado, surgiram limitações na téc-

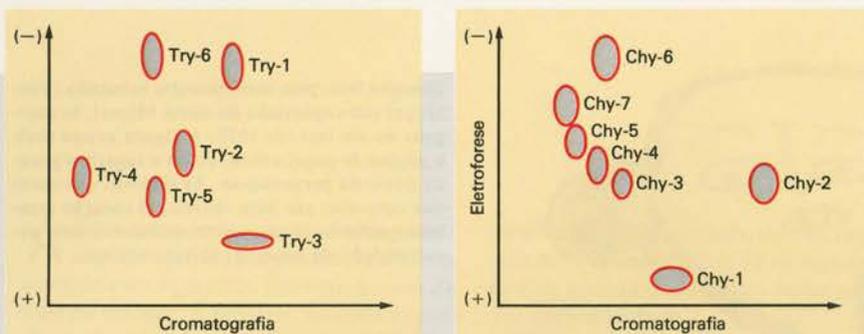


Fig. 7. Mapas peptídicos do hidrolisado triptico de BTCI (à esquerda) e do hidrolisado quimotriptico do BTCI.

o seqüenciamento indireto, com base na seqüência do ácido nucléico. Tal combinação de técnicas foi, por exemplo, recentemente adotada para a determinação da seqüência do 'fator humano de von Willebrand', uma glicoproteína do plasma que apresenta 2.050 resíduos de aminoácidos.

O seqüenciamento de proteínas e de peptídios apresenta perspectivas bastante amplas, que abrangem pesquisa básica e aplicada e incluem as engenharias genética e de proteínas, a biotecnologia, a farmaco-

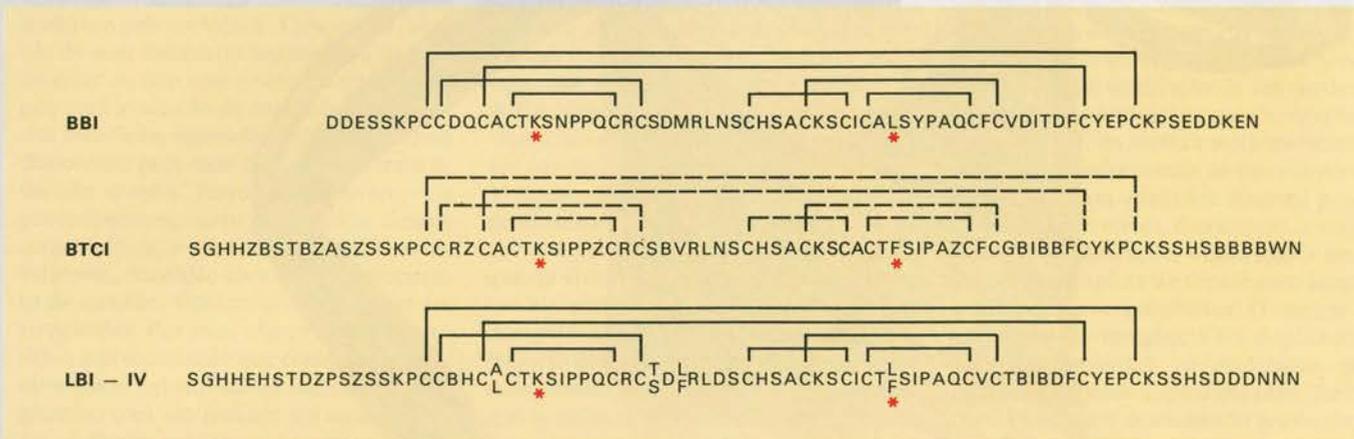


Fig. 8. Estrutura topológica das pontes de dissulfeto e dos sítios de reação. Modelo aplicado aos inibidores BBI, BTCI e LBI-IV. Os asteriscos indicam os sítios de reação. As pontes indicadas com linhas cheias foram determinadas. As indicadas com linhas pontilhadas foram propostas com base na homologia constatada entre os inibidores.

dados; com o uso das enzimas tripsina e quimotripsina, obteve-se a fragmentação. Os componentes hidrolisados foram então submetidos à análise bidimensional em camadas finas de celulose (cromatografia e eletroforese), detectando-se seis peptídios tripticos e sete quimotripticos (figura 7), que foram isolados por cromatografia de troca iônica em coluna e seqüenciados pelo método de Edman-Gray (alguns resíduos foram determinados também pelo método de Chang). Finalmente, o alinhamento dos peptídios seqüenciados, a determinação dos resíduos N e C terminais do polímero e as análises da composição dos aminoácidos permitiram que chegássemos à seqüência completa de aminoácidos do BTCI.

O trabalho permitiu que se verificasse a existência de grande homologia entre o BTCI e inibidores da família Bowman-Birk, como BBI (*Glycine max*), AB-I (*Vigna angularis*), LBI-IV (*Phaseolus lunatus*), MAI-DE-3 (*Macrotyloma axillare*), C-II (*G. max*) e MBI (*Vigna radiata*). Essa constatação, combinada com dados obtidos em outras pesquisas da UnB, sugere que os centros de reação para a tripsina e a quimotripsina são, respectivamente, Lys₂₆ e Phe₅₃. As sete pontes —S—S—, que conferem grande estabilidade à molécula, estariam na forma representada na figura 8.

Aspectos estruturais e filogenéticos do BTCI continuam sendo estudados pelo grupo de química de proteínas da UnB.

nica de seqüenciamento do ADN, como redundâncias no código genético e dificuldades na detecção de genes específicos (de interesse) no digesto da endonuclease de restrição, uma enzima que só corta o ADN em determinados locais. De outro, houve melhorias nas técnicas de seqüenciamento de proteínas, com destaque para os avanços no uso da espectrometria de massa (hoje muito importante nesse trabalho) e o advento de seqüenciadores automáticos de vários tipos, que permitem determinar a se-

qüência de amostras com apenas cinco a dez picomoles. Também a metodologia de seqüenciamento manual experimentou progressos, com a introdução de novos reagentes e da CLAE. Como resultado, atualmente o seqüenciamento com base no ADN é utilizado sempre que possível, mas não substituiu as técnicas manuais ou automáticas que lhe antecederam no tempo. Hoje, para o seqüenciamento de moléculas de grande porte são utilizados vários tipos de técnicas manuais e automáticas, e também

logia e outros campos de alta relevância. Esse trabalho também pode influir nos estudos sobre modificações de proteínas (enzimas, inibidores), sínteses de proteínas e peptídios, mecanismos de reações enzimáticas e imunológicas, planejamento da síntese de oligonucleotídeos para clonagens gênicas, bioquímica comparada, taxionomia e teoria da evolução.

Confirma-se a cada dia a antiga previsão de Emil H. Fischer, prêmio Nobel de Química de 1902: "Desde que as proteínas participam, de uma forma ou de outra, em todos os processos químicos nos organismos vivos, podem-se esperar informações muito importantes para a química biológica a partir da elucidação das suas estruturas e das suas transformações."



SUGESTÕES PARA LEITURA

- FOLTMANN B., 'Protein sequencing: past and present', *Biochem. Educ.*, vol. 9, n° 1, pp. 2-7, 1981.
- LEHNINGER A.L., *Princípios de bioquímica*. São Paulo, Sarvier, 1984.
- MORHY L., 'Cromatografia (I): evolução histórica, a fase antiga', *Ciência e Cultura*, vol. 28, n° 10, pp. 1.185-1.189, 1976.
- MORHY L., 'Cromatografia (II): evolução histórica, a fase moderna', *Ciência e Cultura*, vol. 28, n° 10, pp. 1.189-1.194, 1976.
- MORHY L. e VENTURA M.M., 'The complete amino acid sequence of the *V. unguiculata* (L.) walt seed trypsin and chymotrypsin inhibitor'. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 59, n° 1/2, pp. 71-81, 1987.

Desenho feito pelo índio marubo Sebastião (Yoshinpa) sob supervisão do xamã Miguel, às margens do rio Ituí em 1978. A figura ocupa toda a página de papel-ofício, como a sugerir o grande porte da personagem. As lâminas que saem dos cotovelos são bem visíveis. O coração também ganha destaque, em detrimento de uma peculiaridade da heroína: só tem um seio.



SHOMA WETSA

Julio Cezar Melatti

Departamento de Antropologia, Universidade de Brasília

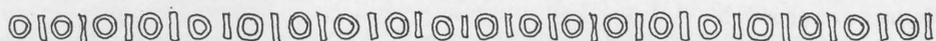
A HISTÓRIA DE UM MITO



(...) *Agora outra vez filho fez, crescendo está também, a mesma coisa fez, a mãe comeu ele. Zangou-se, a mãe matar quis. Da mãe muito o corpo duro era. Flecha com atirou, a flecha quebrou-se, caiu; azagaia com furar quis, azagaia quebrou-se, caiu; a faca de cabeça com furou, a faca de cabeça quebrou-se; pau com espancou, o pau quebrou-se (...)*

(...) *lenha ajuntou, arrumou, queimando-se está (...) A mãe ensinou: meu filho, tu me queimaste. A lenha faz labaredas, acabando está (...) Fez fogo dentro, empurrou-a, fogo dentro a onça queimando está (...)*

mito caxinauí transcrito por Capistrano de Abreu



Quando pela primeira vez ouvi falar de *Shoma Wetsa*, tomei-a como a transfiguração mítica dos pequenos vapores que percorriam os afluentes do rio Amazonas no auge da exploração da borracha. As grandes lâminas de metal que saíam dos cotovelos desse personagem mítico feminino corresponderiam às pás das rodas propulsoras daquelas embarcações. Sua voracidade canibal seria a imagem da avidez com que caucheiros e seringueiros arrebanhavam à força homens, mulheres e crianças indígenas e os embarcavam, para levá-los aos patrões. Seu corpo invulnerável, de metal, valeria pela resistência que os fortes costados e as cabines revestidas de chapas desses barcos ofereciam às flechas e dardos dos índios. Finalmente, a transformação final de *Shoma Wetsa* — bem como a das almas que devorara — em civilizados faria as vezes da perda da identidade étnica dos índios incorporados como mão-de-obra nas atividades gomíferas.

Mas esse mito é contado pelos marubos, índios cujas terras, no sudoeste da Amazônia, foram invadidas no início do século por peruanos e brasileiros, na corrida ao caucho e à borracha, e eles próprios não fazem essa associação. Ademais, *Shoma Wetsa* era altamente inflamável — sobretudo sua urina, que seria gorda como o óleo *diesel*, tal a quantidade de seres humanos que comia — e por isto temia o fogo, característica que prejudica sua comparação com as embarcações do começo do século, providas de grandes fornalhas e vis-tosas chaminés.

Tempos depois, enquanto elaborava um artigo sobre esse mito, tornou-se mais evidente para mim a identificação da heroína com a onça. Não só por seu acentuado apetite por carne humana, como por um episódio marcante: a maloca onde aquela morreu queimada recebeu a visita de animais noturnos, seus parentes, entre os quais a onça.

Ainda mais convincente que esses indícios é uma versão do mesmo mito contada pelos caxinauás, que habitam também o sudoeste da Amazônia e, como os marubos, falam uma língua da família pano. Quem o relata, sob o título *A onça que comeu os netos*, é Capistrano de Abreu (1853-1927), que o recolheu de dois jovens indígenas, trazidos ao Rio de Janeiro para ajudar o historiador a estudar a língua caxinauí. Tal como *Shoma Wetsa*, essa onça comia todas as crianças que sua nora dava à luz. Isto provoca a revolta do filho, que tenta matá-la. Seus golpes de nada valem, porém, contra o corpo invulnerável da mãe. Também como *Shoma Wetsa*, a onça é finalmente atirada pelo próprio filho à fogueira e morre. O mito caxinauí termina aí, mas o marubo continua, contando como o espírito de *Shoma Wetsa* retorna para visitar o filho, acompanhado do espírito daqueles que devorara, ou pelo menos das crianças, entre as quais seus netos. Ao vê-los, o filho ou a nora pronunciam uma palavra proibida — ‘civilizado!’ —, e *Shoma Wetsa* e seus acompanhantes se retiram, transformando-se nos primeiros brancos, que guardariam para si os conhecimentos e os benefícios das atividades industriais.

A versão caxinauí não explica porque o corpo da onça é invulnerável. Já os marubos, que são mais explícitos quanto a essa característica, admitem que o corpo de *Shoma Wetsa* era de metal. Surpreendentemente, a relação da onça com o metal aparece claramente num outro mito que Capistrano de Abreu transcreve no mesmo volume, logo em seguida a este: *A onça agradecida*. Trata-se da história de um homem *panema*, isto é, sem sorte nas caçadas, que presta um favor a uma onça, retirando um osso de veado que se enganchara em seus dentes. Em sinal de gratidão, a onça lhe dá uma azagaia de metal, com que o homem passa a abater muitos animais.

A associação da onça com o metal é curiosa por dois motivos. Em primeiro lugar, por sugerir que os marubos e os caxinauás teriam conhecido o metal antes do contato com os brancos, suposição reforçada pelo fato de disporem, em suas línguas, de um nome para o material, não tomado de empréstimo ao espanhol ou ao português: *mane*. Aliás, Capistrano de Abreu, que adota a grafia *manö*, dá a esse termo a tradução de ‘contas’, acrescentando que, colocado diante de certas palavras, ele indicaria a procedência estrangeira do material a que se refere (assim, *manö raxi-i* seria ‘lança de ferro’). Em segundo lugar, porque é difícil compreender a associação da onça ou *Shoma Wetsa* ao metal quando a confecção de instrumentos desse material depende do uso do fogo, elemento que ambas temiam e a cuja ação eram vulneráveis.

As duas questões, como veremos, estão relacionadas. Segundo o mito marubo, as onças se originaram de homens cujas esposas, revoltadas por sempre receberem deles a pior parte dos animais caçados, apagaram o fogo de cozinhar. Notavelmente, esse mito apresenta, do ponto de vista das onças — que perderam o fogo —, o mesmo acontecimento que a mitologia das sociedades jês, da região Centro-Oeste brasileira, considera da perspectiva dos seres humanos — que conquistaram o fogo. Recorrendo aos resumos reunidos pelo etnólogo francês Claude Lévi-Strauss em *Le cru et le cuit*, vemos que todas as seis versões da origem do fogo colhidas em sociedades jês, além de descrever como os homens ganharam ou tomaram o fogo da onça, associam-na ao arco e à flecha. De fato, o marido-jaguar dá essas armas ao jovem humano que adotara e ensina-lhe a servir-se delas para se defender de sua esposa-onça. Não fica claro se os homens não conheciam até então o arco e a flecha ou se apenas o jovem adotado, por imaturidade, ignorava o seu uso. Duas das seis versões parecem reforçar a primeira alternativa, uma vez que se referem ao “segredo do arco e das flechas”. Ao fazer do jaguar o senhor da azagaia, a mitologia pano mantém-se portanto próxima da jê.

Ocorre que a azagaia é de metal. Ora, segundo uma das versões do mito marubo, quando *Shoma Wetsa* morre, seu corpo explode e seus pedaços se espalham. Numa das vezes em que o fígado é mencionado, diz-se que se enrolou num galho de miratua e depois foi para o poente, afundando na água no porto do *Roe Inka*. Seu espírito do coração, associado ao lado direito, vai-se embora para o poente, onde *Roe Inka* mora, enquanto seu espírito do lado esquerdo vai para o fundo de um rio, onde sua casa é de tijolo. Embora fugaz e obscura pelo trecho seguinte, temos aqui uma referência nítida e extremamente sugestiva, por dois motivos. Em primeiro lugar, porque *Roe Inka* é o ‘inca’, e o termo *roe* quer dizer ‘machado’. Há informações que permitem admitir que se trata, antes de tudo, de ‘machado de metal’, cuja fábrica pertence aos incas. Já a referência à casa de tijolo seria, segundo o tradutor marubo, uma alusão à metamorfose do segundo espírito em homem branco. Em segundo lugar, porque talvez a complexa multiplicidade de espíritos marubo possa se condensar em dois espíritos, o da direita e o da esquerda, sendo o primeiro hierarquicamente superior ao segundo, uma vez que lhe é possível ganhar a imortalidade numa camada celeste, enquanto o outro está limitado à Terra. Ora, é o espírito superior que se dirige para o ‘inca’, enquanto o inferior se transforma em branco (ver ‘Branços e incas em posições simétricas’).



No mapa, que abrange parcialmente a Amazônia brasileira, o Equador, o Peru e a Bolívia, estão indicadas as áreas em que viveram (ou vivem) as sociedades indígenas referidas no texto.

A associação do inca com o metal é reforçada pelo nome que os marubos dão ao rio Javari, que corre a oeste de seu território: *Roé Ené*, isto é, ‘rio do Machado’. Mas eles não são os únicos índios do sudoeste amazônico a falar do inca. Em três mitos caxinauás transcritos também por Capistrano de Abreu — *O Içá, A aranha* e *O roubo do Sol* — o inca é o senhor do frio, do escuro e do Sol; além disso, é canibal. Uma versão dos mesmos mitos tomada por André Marcel d’Ans confirma essas características. Outro mito registrado por esse autor mostra que os caxinauás atribuem aos incas, além do canibalismo, um grande poder de adivinhar acontecimentos a que não assistiram e palavras cochichadas em sua presença ou proferidas na sua ausência, bem como línguas e costumes estranhos. Possuiriam ainda flechas de grande poder destrutivo.

Numa crença que envolve a espera messiânica do retorno de *Inka Riós* (*‘Inca Diós’* ou *‘Inca Deus’*), os conibos, índios da mesma região, também falantes de língua pano, admitem que a alma dos olhos de qualquer membro de sua sociedade que faleça deve dirigir-se àquela divindade para confessar seus pecados, constituídos sobretudo por faltas contra objetos de sua cultura material. Os xipibos, que também habitam as margens do Ucayali e pertencem à fa-

mília lingüística pano, contam num mito que nada têm porque um homem preferiu uma mulher comum à sua companheira de canoa, que era filha do inca. Contam ainda como obtiveram o fogo e os vegetais cultivados, conquistando-os a duras penas a *Yoashico*, o sovina, também chamado *Shäno Inca*, que os defendia com a ajuda de marimbondos e da cobra *shänó*. Talvez esse mesmo vocábulo corresponda a *chanó*, nome que os marubos dão à surucucu. Os xipibos opõem este ‘inca mau’ àquele ‘inca bom’, mas é ao branco, distinto dos mestiços, que esses índios atribuem características felinas, encarnadas no personagem mítico *Yanapuma*.

É digno de nota que, enquanto os marubos, os conibos e os xipibos consideram o inca detentor de importantes itens da cultura material, os caxinauás vêem nele, além de um poderoso adivinho — capacidade não necessariamente cultural, como o são as suas flechas destruidoras —, o senhor de elementos naturais. Aliás, em artigo a ser publicado num volume em vias de preparação por Alcida Rita Ramos (da Universidade de Brasília) e Bruce Albert (do Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération), Cecília McCallum discute o tema e lança nova luz sobre a imagem que os caxinauás fazem dos incas.

BRANCOS E INCAS EM POSIÇÕES SIMÉTRICAS

A relação de simetria que os marubos estabelecem entre incas e brancos encontra correspondência no pensamento caxinauá, como o atestam dois mitos tomados por André Marcel d'Ans.

Um deles conta como um homem, ao fazer preparativos para uma caçada, encontrou a sogra, chamada Yoshánkoro, a apanhar argila para fazer cerâmica. Aproveitando-se da posição da mulher — que tinha a cabeça, o tronco e os braços enfiados num buraco —, ele a possuiu sexualmente. Como vingança, a sogra o matou, oferecendo-lhe frutos envenenados com o suco de um cipó. Um dia, porém, a velha foi descoberta a contar pedaços de carvão que tinha em seu cesto de guardar algodão para fiar; a cada pedaço, proferia o nome de uma pessoa falecida, e o último era o do próprio genro. Concluiu-se assim que fora ela quem matara todas aquelas pessoas. Foi então convidada para uma festa durante a qual os homens a mataram a golpes de borduna. De seu sangue nasceu um erva utilizada em feitiçarias e envenenamentos; de seu corpo, um bosque de plantas peçonhentas; e seus ossos transformaram-se no cipó *ayahuasca*. As duas filhas da velha resolveram fugir, descendo ao longo dos cursos d'água, acompanhadas ao longe por um tímido enamorado da viúva. Após muito caminhar, as duas chegaram à terra dos incas, onde foram bem recebidas e se casaram. O enamorado, que não conseguira convencê-las a voltar porque não admitia aproximar-se delas, embora o convidassem e lhe deixassem alimento, retornou à sua aldeia e contou o que lhes acontecera.

O outro mito narra como uma mulher, ao invés de preparar alimento para aguardar a volta do marido, insistiu em ficar na companhia do sogro, chamado Kanáibari, no esconderijo de folhas de palmeira que este construía para esperar caça. Sentada atrás do sogro, que se mantinha de pé, ela de vez em quando espetava-lhe um testículo com um espinho de palmeira. Descoberta pelo homem, que finalmente percebeu que não se tratava de picadas de inseto, foi repreendida por ele. Insistiu porém em continuar picando-o, o que o deixou furioso. Ignorando sua enérgica repreensão, ela o convidou para terem relações sexuais. Como ela insistisse, embora o sogro lhe lembrasse que estavam moralmente impedidos de cometer tal ato, ele acabou por adverti-la de que tinha um pênis tão grande que era capaz de matá-la. Incrédula, ela o abraçou,

e ele, não podendo mais se conter, penetrou-a tão profundamente que deslocou-lhe as entranhas, matando-a. Horrorizado, ele correu para a aldeia, onde contou aos companheiros o acontecido. Advertido de que o filho o mataria quando soubesse, resolveu fugir, descendo os cursos d'água. Encontrou rios cada vez maiores e, chegando a um grande rio, modelou sapatos de argila e deixou-os pendurados num bastão fincado na praia. Mais adiante, fez uma camisa com folhas de textura fina e uma calça com folhas de textura mais grossa, que deixou igualmente num bastão fincado na praia. Prosseguindo a descida, encontrou um lugar que lhe pareceu ideal para viver e ali derrubou e queimou o mato, semeando uma roça. Instalou-se numa casa e começou a fabricar tudo aquilo que os brancos fazem: rádios, gravadores, facões, facas, roupas, machados. Seu filho, ao saber do acontecido, longe de revoltar-se, não suportou a idéia de perdê-lo e resolveu trazê-lo de volta. Na primeira tentativa não o encontrou, mas na segunda, descendo mais e mais os cursos d'água, encontrou os sapatos e depois a camisa e a calça, até finalmente dar com o pai. Viveu algum tempo com ele, que continuava a fazer rádios, motores, pás, machados, facas, cobertores, painéis, tecidos,

relógios, máquinas de costura e outros bens. Um dia, resolveu voltar à aldeia, para visitar os companheiros. O pai encheu então um barco a motor com uma porção dos produtos que fabricava, para que levasse para eles. Estes, uma vez alcançados e diante de tantas riquezas, resolveram descer até onde estava o homem que virara branco. E foi assim que os caxinauás abandonaram as cabeceiras para se fixar na área em que hoje vivem.

A simetria entre estes dois mitos pode ser observada no quadro abaixo. É notável também como ambos têm como constante pano de fundo uma insistência do fazer (venatório, culinário, artesanal, mágico, industrial), como que a frisar que incas e brancos se destacam principalmente pela tecnologia.

Já os camoas, indígenas do tronco aruaque que vivem na área de transição entre a Amazônia e os Andes, estabelecem entre brancos e índios outro tipo de relação: atribuem o rico acervo tecnológico dos primeiros ao fato de terem capturado o 'inca', a genuína fonte do saber técnico. De certa maneira, sua solução coincide com a dos marubos: faz o espírito da direita de *Shoma Wetsa* dirigir-se para o 'inca' preexistente, enquanto o da esquerda vai dar origem aos brancos, que aparecem assim em posição inferior.

YOSHÁNKORO

- Genro obriga repentinamente a sogra a manter relações sexuais, enquanto ela está empenhada numa atividade feminina (cerâmica) e ele esquece sua atividade masculina (caça).
- Sogra mata genro voluntariamente, pela boca, com peixes envenenados.
- Sogra guarda segredo para si, registrando cada assassinato com um pedaço de carvão colocado no seu cesto de algodão a ser fiado.
- Homens vingam o companheiro, matando-lhe a sogra.
- Velha, que *fazia feitiços e praticava envenenamentos*, tem as partes de seu corpo *involuntariamente* transformadas em vegetais venenosos, mágicos e alucinógenos.
- Filhas da velha fogem da aldeia, descendo os cursos d'água, deixando alimento para o enamorado de uma delas, que as segue, protegendo-as de longe.
- Filhas da velha são recebidas pelos incas e entre eles se casam (tal como o figado e a alma do coração de *Shoma Wetsa*, vão para um lugar onde os incas já existem).
- Enamorado retorna de mãos vazias.
- Caxinauás não vão para a terra dos incas.

KANÁIBARI

- Nora obriga sogro, por insistência, a manter relações sexuais, enquanto ele está ocupado numa atividade masculina (caça) e ela esquece sua atividade feminina (cozinha).
- Sogro mata nora involuntariamente, pela vagina, com seu enorme pênis.
- Sogro corre a comunicar o acontecido aos companheiros.
- Marido não vinga a esposa, poupando seu pai.
- Velho, que *involuntariamente* tinha uma parte do corpo capaz de efeito letal, passa a *fazer* os produtos industriais dos brancos.
- Velho foge da aldeia, descendo os cursos d'água, deixando produtos industriais para o filho, que supunha vir para puni-lo.
- Velho se transforma ele próprio em branco (tal como a alma do lado esquerdo de *Shoma Wetsa*, que se transforma ela própria em branco).
- Filho encontra o pai e retorna com embarcação carregada de produtos industriais.
- Caxinauás descem para viver junto do branco.

Mas de que maneira, afinal de contas, veio o inca a ser conhecido por essas sociedades do sudoeste da Amazônia? É possível que isto tenha ocorrido em tempos recentes, quatro séculos após o fim do grande império andino, através dos caucheiros peruanos, falantes do quíchua, que avançaram pela região no auge do período da borracha. As informações podem também ter chegado até eles durante o período colonial, trazidas pelos índios andinos que acompanhavam os missionários católicos espanhóis em seu trabalho de evangelização ao longo dos formadores do rio Amazonas. É igualmente admissível, vale lembrar, que esses conhecimentos lhes tenham sido transmitidos pelos próprios súditos do império incaico.

Em sua *Historia del Reino de Quito en la América Meridional*, de 1789, o jesuíta equatoriano Juan de Velasco (1727-1819) conta que o inca Manco Capac II, que iniciou a resistência aos espanhóis, deslocou-se para a floresta com um exército de 40 mil homens, desceu o Ucayali até a latitude de nove graus e obteve vassalagem das diversas sociedades indígenas que aí viviam, ocupando um vasto território que se

Relação com:	ATAUAIS				PRÉ-HISTÓRICAS	
	MARUBO	CAXINAUÁ	XIPIBO	CONIBO	MOCHICA	VICUS
Metal	<i>Shoma Wetsa</i> /Inca	Onça Inca			Felino	Felino
Flechas			Inca (Bom Inca)	<i>Inka Riós</i>		
Artefatos			<i>Shāno Inca</i>			
Agricultura	Marido de <i>Shoma Wetsa</i>		(Mau Inca)			
Magia		Inca				
Elementos naturais		Inca				
Canibalismo	<i>Shoma Wetsa</i>	Onça/Inca	<i>Yanapuma</i> (provavelmente)		Cabeça decepada na mão de felino (provavelmente)	
Caranguejo	<i>Shoma Wetsa</i>				Oposto ou fundido a felino	
Branços	<i>Shoma Wetsa</i>		<i>Yanapuma</i>			

Características de personagens míticos de sociedades panos atuais do sudoeste amazônico e dos personagens retratados em artefatos de sociedades pré-históricas do litoral peruano.

estendia até a confluência com o *Marañón*. Mas o prestígio do inca junto às sociedades da floresta dificilmente poderia ter sido granjeado se sua existência tivesse sido conhecida apenas através da memória de agentes visivelmente subalternos, como os índios caucheiros ou auxiliares missionários. É igualmente improvável que a origem dessa forte e duradoura impressão tenha sido uma passagem fugaz, uma expedição que não conseguiu estabelecer uma

dominação duradoura na região, dadas a debilidade e a curta duração do império de Vilcabamba.

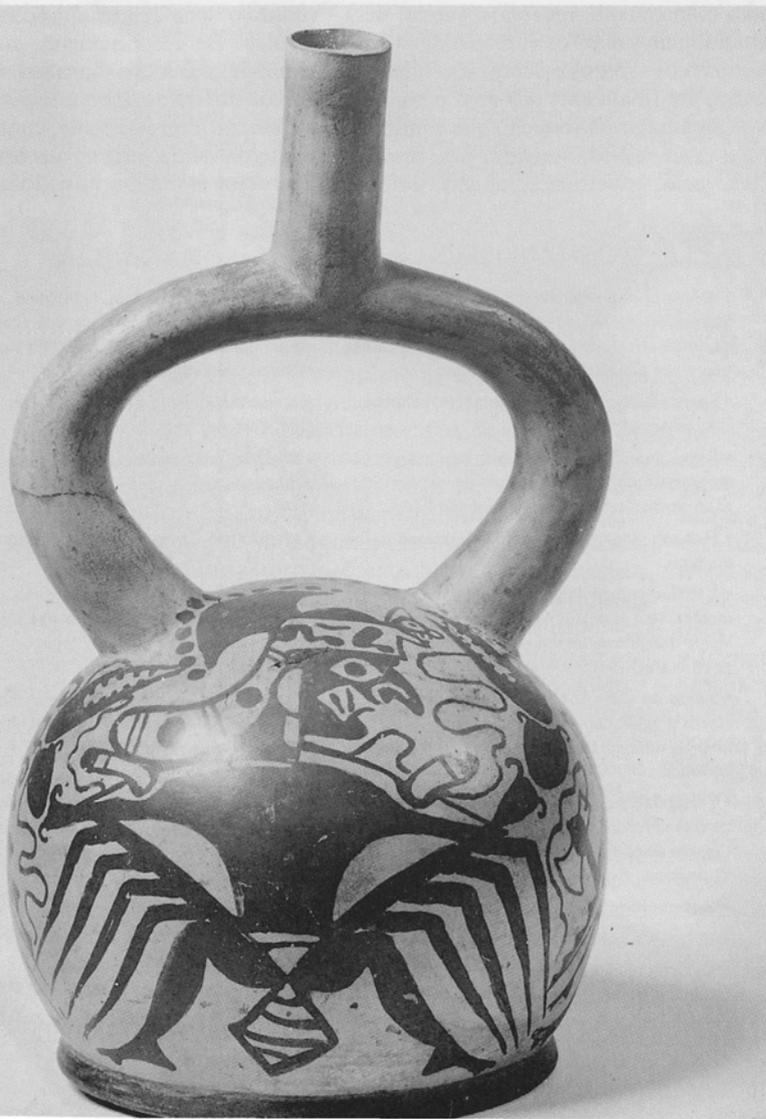
Na verdade, as relações entre as sociedades panos e os Andes, quer diretas ou através de povos intermediários, parecem ter sido bem mais antigas, anteriores à chegada dos espanhóis. O arqueólogo Donald Lathrap registra a presença de machados de bronze nos rios Pisqui e Pachitea, afluentes da margem esquerda do Ucayali. Mas a conexão pode ir mais longe. Um livro sobre pré-história peruana, de G.H.S. Bushnell, estampa a fotografia de um vaso mochica com a representação de uma onça que segura na mão direita, pelos cabelos, uma cabeça humana decepada e, na esquerda, um machado de cobre. A surpreendente presença dessa figura, que associa a onça ao metal como o fazem os atuais caxinauás e marubos, num objeto da cultura mochica — que floresceu no litoral setentrional do Peru, para lá dos Andes, na metade inicial do primeiro milênio da nossa era — sugere o quanto podem ser remotas as relações da floresta amazônica com os Andes e o litoral do Pacífico.

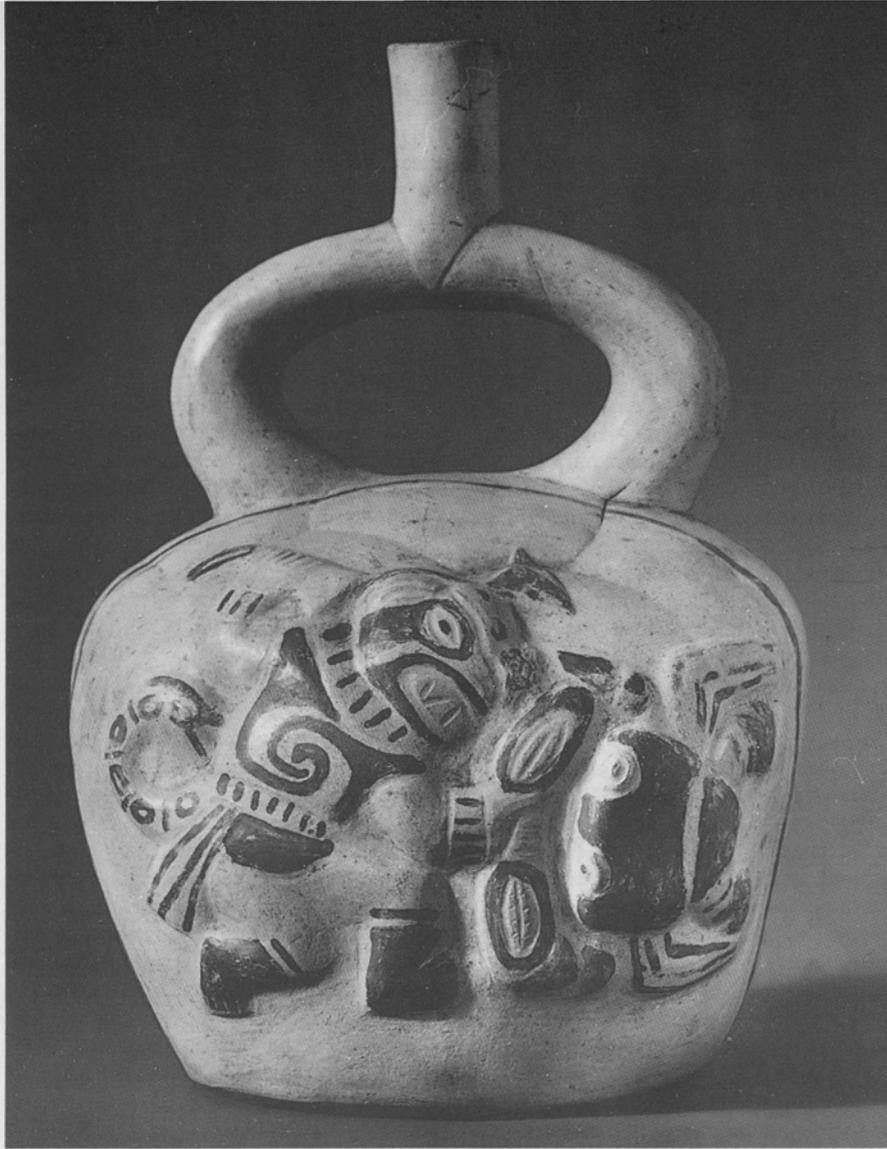
Ao que tudo indica, portanto, as sociedades do sudoeste da Amazônia conheciam instrumentos de metal muito antes da chegada dos brancos. O fato de que os obtinham através do comércio, pouco conhecendo do processo de fundição, explica que pudessem associá-los a um animal que tem medo do fogo, ou melhor, que foi senhor do fogo e o perdeu.

Terminei, portanto, convencendo-me de que primeiro o inca e depois o branco tinham tido sua imagem modelada por motivos míticos muito antigos na região. Posteriormente, novos elementos vieram reforçar minhas suposições.

Pote mochica em que vemos um personagem com corpo de homem, pinças e pernas de caranguejo e, possivelmente, presas de felino. Lamentavelmente, os mitos dessa cultura pré-histórica podem apenas ser vislumbrados, sendo impossível adivinhar como teriam os mochicas explicado essa fusão de personagens antagonicos.

foto cedida pelo Staatliches Museum für Völkerkunde, de Munique





Pote mochica, cultura que floresceu no litoral setentrional do Peru, na metade inicial do primeiro milênio de nossa era. Nele vemos uma figura com presas de felino e cinto de serpente que, trazendo na mão direita um instrumento cortante, luta com um caranguejo.

Ao trabalhar num outro artigo, referente ao mito *Wenía*, que conta como os marubos receberam sua cultura ao longo de uma caminhada desde os buracos de onde saíram as seções que compõem sua sociedade até o lugar onde hoje vivem, dei com informações a que não prestara a devida atenção. Em sua jornada, os marubos encontram o herói *Oni Weshti*, o criador dos vegetais cultivados, que tinha várias esposas de diferentes espécies animais: sapo-cururu, inhambu, jacu, veado e caranguejo. A esposa-caranguejo era a própria *Shoma Wetsa*.

Esse achado lançava luz sobre certas características da figura: a carapaça do caranguejo explicaria seu corpo duro; as pinças teriam um correspondente nas lâminas que lhe saíam dos cotovelos. Ainda assim, a esdrúxula conjunção de onça e caranguejo num mesmo personagem me traria grandes dificuldades de interpretação, não tivesse eu tido a sorte de encontrar, em dois livros dedicados aos mochicas, fotos de vasos de cerâmica cujos ornamentos mostravam a mesma conjunção.

Um deles, de Elisabeth Benson, traz a reprodução de vários potes, todos com o gargalo em forma de estribo e com os seguintes desenhos: uma figura humana com dentes de felino, que emerge de uma carapaça de caranguejo; um combate entre um guerreiro com dentes de felino e um caranguejo; um combate entre figuras semelhantes, em que ambos os contendores usam instrumentos cortantes; uma figura humana com dentes de felino, com pinças em vez de braços e quatro pares de membros de caranguejo, além das pernas humanas. Esta última figura aparece desenhada, em outro estilo, num vaso com o mesmo tipo de gargalo reproduzido no segundo livro, de Christopher Donnan, que mostra também a estatueta de um ser humano com seios, dentes à mostra, uma cabeça humana decepada na mão direita e uma faca cerimonial na esquerda. Da cabeça desse ser emergem duas outras, de felino.

Acompanhar a evolução desse personagem mítico — ou melhor, desse conjunto de personagens — ao longo do tempo seria sem dúvida fascinante. Mas seria tam-

bém tarefa longa e complexa, que exigiria grande familiaridade com os resultados da pesquisa arqueológica empreendida no litoral peruano e na região andina, bem como cuidadoso exame dos textos míticos indígenas, tanto andinos quanto amazônicos, do passado e da atualidade. Em especial, uma série de dificuldades envolveria o período pré-histórico, uma vez que os mitos a ele correspondentes obviamente não foram transcritos, sendo apenas possível vislumbrá-los através das figuras esculpidas em pedra, moldadas em argila ou metal, pintadas sobre vasos ou ainda tecidas em panos.

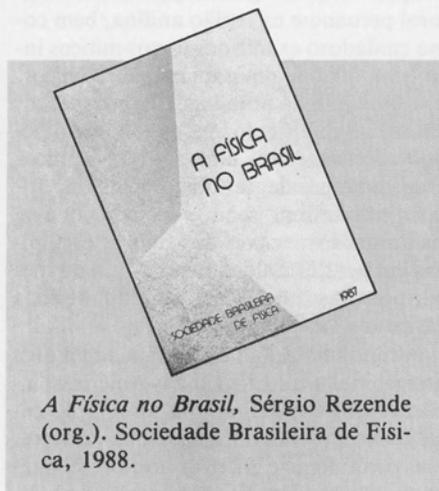
A figura do felino é sabidamente antiga no material arqueológico das Américas, inclusive do Peru. Quanto à associação entre felino e metal, não sei de quando data, mas certamente é anterior ao florescimento da cultura mochica. Duas peças do acervo do Museu do Banco Central de Reserva do Peru, mostradas numa exposição denominada 'Peru Arqueológico' que se realizou em Brasília em junho de 1988, dão prova disto: uma faca cerimonial de cobre traz a figura de um felino (com incrustações nos olhos) e uma acha, também de cobre, traz na parte posterior uma cabeça também com características de felino. Ora, ambas as peças são da cultura vicus, que floresceu, como a mochica, no litoral peruano setentrional, mas em período ainda mais recuado.

Seria interessante retrazar o destino desses personagens míticos durante o império inca, através das figuras sobre artefatos ou dos textos produzidos logo após a conquista espanhola, mas ainda não tive a oportunidade de fazê-lo. É também possível, como já foi sugerido, que eles tenham passado à Amazônia antes da expansão do grande império. E quem pode assegurar que não fizeram o percurso inverso?



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BENSON E.P., *The Mochica: a culture of Peru*. Nova Iorque/Washington, Praeger, 1972.
- BUSHNELL G.H.S., *Peru*. Ed. Verbo, 1969.
- D'ANS A.M., *La verdadera Biblia de los Cachimahu (Mitos, Leyendas y tradiciones de la selva peruana)*. Lima, Mosca Azul, 1975.
- DONNAN C.B., *Moche art of Peru: Pre-Columbian symbolic communication*. Los Angeles, University of California/Museum of Cultural History, 1978.
- LATHRAP, D.W., *O Alto Amazonas*. Editora Verbo, 1975.
- LÉVI-STRAUSS C., *Le cru et le cuit*. Paris, Plon, 1964.
- MELATTI J.C., 'A origem dos brancos no mito de *Shoma Wetsa*', *Anuário Antropológico/84*, Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1985.
- ROE P.G., *The cosmic zygote: cosmology in the Amazon basin*. New Brunswick, Rutgers University Press, 1982.



A Física no Brasil, Sérgio Rezende (org.). Sociedade Brasileira de Física, 1988.

Uma das características do último governo militar foi a contínua perda do sentido de planejamento por parte do Estado. O fato é até mesmo contraditório com o poder conferido então ao Ministério do Planejamento e em particular a seu titular, o atual deputado federal Antônio Delfim Netto. Tal característica atingiu de modo importante o órgão que tinha a responsabilidade do planejamento em ciência e tecnologia, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Após as fecundas experiências das 'Avaliações e perspectivas' e das 'Ações programadas', a Nova República viu-se completamente

INICIATIVA ORIGINAL

desarmada nessa área. A criação do Ministério da Ciência e Tecnologia, em 1985, pôde ajudar a resolver inúmeros problemas, mas não este. O MCT trouxe para sua estrutura o Centro de Planejamento em Ciência e Tecnologia, até então subordinado ao CNPq; por outro lado, manteve as atribuições de planejamento com esta agência. A ambigüidade dessa situação provavelmente contribuiu para a relativa paralisação do planejamento de médio e longo prazos em c&t nos últimos quatro anos, que, ao que tudo indica, será agora agravada.

É neste pano de fundo que apareceu, no ano passado, o volume intitulado *A Física no Brasil*, editado pela Sociedade Brasileira de Física sob coordenação geral de Sérgio Rezende, da Universidade Federal de Pernambuco. A iniciativa é meritória sob muitos pontos de vista. Em primeiro lugar, porque atualiza, numa área de grande tradição científica no país, o estado-da-arte da pesquisa, da capacidade instalada e dos recursos existentes. Em segundo lugar, porque dá elementos para que os órgãos governamentais racionalizem suas ações na área da física. Mas, fundamentalmente, trata-se de uma iniciativa importante e original por ter sido realizada de modo inde-

pendente da burocracia estatal, embora conte com seu auxílio financeiro. Ao apresentar um quadro lúcido e isento da comunidade científica na área da física, abre caminho para iniciativas semelhantes, oriundas de outras sociedades científicas. Já há notícias de que a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) está financiando projeto similar (embora menos abrangente) da Sociedade Brasileira de Bioquímica.

Ao lado da enorme massa de informações levantada, falta uma visão prospectiva: os autores se detiveram no diagnóstico; falta também uma indicação das prioridades em que a comunidade científica está apostando; falta, finalmente, como a própria apresentação da obra reconhece, uma análise da questão do financiamento. Nenhuma dessas lacunas, porém, desmerece a enorme importância desta obra, de consulta obrigatória para pesquisadores e funcionários governamentais, que pode ser adquirida diretamente na secretaria da SBF (Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Departamento de Física dos Materiais e Mecânica, Caixa Postal 20.553).

Reinaldo Guimarães

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

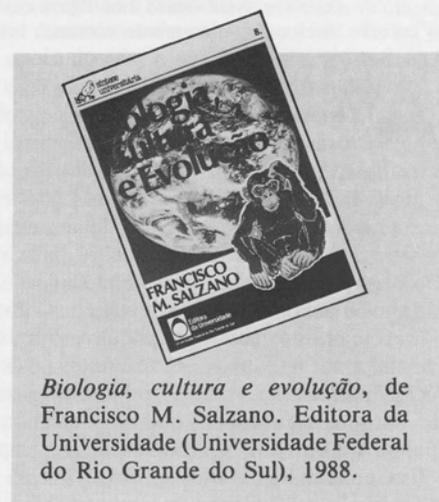
ENORME AVENTURA

Através de uma quantidade impressionante de informações, o autor consegue transmitir as suas inquietações intelectuais e seu fascínio pela ciência como um todo e em especial pela biologia humana, área à qual se dedica. Embora o título pareça demasiado ambicioso, inúmeros aspectos da evolução biológica e cultural do homem são abordados, de forma a fornecer ao leitor elementos básicos para o entendimento dos processos evolutivos e, principalmente, para levá-lo à curiosidade necessária a indagações mais profundas. Convém salientar que o livro — que aborda problemas tão interessantes e complexos como a evolução humana (abrangendo aspectos morfológicos, químicos, estruturais, intelectuais e sociais), e que ainda fornece informações sobre cosmologia, origem da vida e a evolução em seu contexto mais amplo — possui apenas 109 páginas e formato de bolso.

É evidente que resumir tal volume de conhecimento num espaço reduzido requer

grande poder de síntese do autor, o que torna a empreitada um desafio. Desta forma, apesar de tratar-se de renomado cientista e consagrado escritor (que acaba de publicar pela Oxford University Press, em colaboração com S.C. Jacques, um livro sobre indígenas sul-americanos), compreende-se que Salzano algumas vezes não consiga dar um tratamento homogêneo à quantidade de explicações necessárias ao leitor não especializado. Assim, certos tópicos — como comunicação e linguagem, a meu ver de assimilação razoavelmente fácil — recebem tratamento privilegiado, medido pelo número de explicações. Outros temas, mais complexos (exemplos: o tamanho efetivo de uma população e a deriva genética), são apenas delineados em rápidas pinceladas.

Estas observações não obscurecem, entretanto, os méritos da *Biologia, cultura e evolução* que, penso, podem ser resumidos em: ser um livro informativo, provocativo e extremamente agradável de ler. O leitor



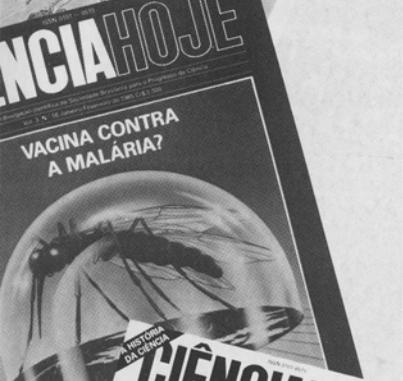
Biologia, cultura e evolução, de Francisco M. Salzano. Editora da Universidade (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 1988.

interessado certamente se sentirá recompensado por compartilhar com o autor da enorme aventura que é a montagem do quebra-cabeças da evolução humana, um dos maravilhosos mistérios da biologia.

Henrique Krieger

Departamento de Genética,
Instituto Oswaldo Cruz

Complete sua coleção de CIÊNCIAHOJE



Nº 1 — Julho/Agosto de 1982

- Cubatão: uma tragédia ecológica
- Bactérias e algas: orientação magnética
- Futebol: força estranha
- Porque os índios cantam?
- Cem bilhões de neurônios
- Vento solar e ventos estelares
- Potencial de crescimento da população brasileira

Nº 2 — Setembro/Octubre de 1982

- Nascimento, vida e morte das estrelas
- 1932: São Paulo vai à guerra
- Pressão alta, um problema de milhões
- Um parque nacional para Abrolhos
- Barbeiros: eles transmitem a doença de Chagas
- O drama do alcoolismo
- Os primatas do Brasil, patrimônio a conservar

Nº 3 — Novembro/Dezembro de 1982

- Plantas medicinais
- O Brasil volta às urnas
- Carajás: o grande desafio
- Novas teorias do cosmos
- Trinta anos de física teórica
- Os parasitos do homem antigo
- Vacinas
- O combate às pragas sem poluição

Nº 4 — Janeiro/Fevereiro de 1983

- Fundação Oswaldo Cruz
- Anéis planetários
- Mendigo, o trabalhador que não deu certo
- *Trypanosoma cruzi*: o retrato de um invasor
- Para que serve a pesquisa básica?
- Hemoglobina e mioglobina: moléculas inteligentes
- Araguaia: uma estrada contra o parque
- A resistência cultural dos Apinayé

Nº 5 — Março/Abril de 1983

- Vidros metálicos
- Tartaruga-do-mar: depêia, suçarana, jereba, aruanã
- Tesouro fóssil no sertão baiano
- O interior da Terra
- Desnutrição

Nº 6 — Maio/Junho de 1983

- Terremotos no Brasil
- A loucura em questão
- As cores dos animais
- Missão Voyager: viagem a Júpiter
- Quantos seriam os índios das Américas?
- Insetos x insetos: novas alternativas para o controle de pragas

Nº 7 — Julho/Agosto de 1983

- Arte do Brasil na pré-história
- A estranha natureza da realidade quântica
- Avoantes, pombas de arribação
- Política e economia no primeiro governo Vargas
- Neurogênese: vida e morte de neurônios jovens

Nº 8 — Setembro/Octubre de 1983

- Militares, geopolítica e segurança
- Memória e esquecimento
- Circuito integrado para rede de computadores
- Pantanal: terra de todos, terra de ninguém
- Angra entra em operação
- Plaquetas sanguíneas: hemorragia, coagulação e trombose

Nº 9 — Novembro/Dezembro de 1983

- Percolação
- O previsível eleitor brasileiro
- Vigor de híbrido
- Manchas estelares
- Interferons
- Moratória. E depois?

Nº 10 — Janeiro/Fevereiro de 1984

ESPECIAL AMAZÔNIA

- O cata-água: energia para pequenas comunidades
- Uma floresta sobre solos pobres
- Por que se migra na Amazônia
- A floresta pode acabar?
- A invasão das terras indígenas
- *Trichechus inunguis*, vulgo peixe-boi
- A crise atinge a Amazônia
- Carajás, o mito desfeito

Nº 11 — Março/Abril de 1984

- A matemática das películas de sabão
- Evolução dos cromossomos humanos
- Radiação de sincrotron
- EUA x URSS: anatomia de um conflito
- Ciência da ciência
- Vinho novo, vinho velho

Nº 12 — Maio/Junho de 1984

- Lixo atômico: o que fazer?
- Saques e desemprego
- Os Kayapó e a natureza
- O mico-leão volta à mata
- Os estranhos canais subterrâneos de Tucuruí
- Malária: agrava-se o quadro da doença no Brasil
- Cálcio e contração muscular

Nº 13 — Julho/Agosto de 1984

- Família trabalhadora: um jeito de sobreviver
- Hortaliças da Amazônia
- USP, meio século
- Manguezais: florestas de beira-mar
- Indexação x desindexação: inflação com ou sem anestesia
- Criogenia: quanto mais frio melhor

Nº 14 — Setembro/Octubre de 1984

- Terra de índio
- Família século XIX
- A matéria indivisível
- A microrrevolução
- Anemias imigrantes
- Bromélias

Nº 15 — Novembro/Dezembro de 1984

- A estereologia e a tomografia computadorizada
- Arte e ciência no Brasil holandês
- Tapiragem
- Rastros de um mundo perdido
- A energia do gás

Nº 16 — Janeiro/Fevereiro de 1985

- Malária: a vacina é possível
- Holografia: a luz congelada
- Terra ardendo: o aproveitamento dos solos como combustível
- A floresta e as águas

Nº 17 — Março/Abril de 1985

- Os deserdados da terra
- O trigo nosso de cada dia
- Aspirinas x dor: como funcionam estas drogas
- O pesquisador e seus papéis
- Vidros de spin: novos desafios do magnetismo

Nº 18 — Maio/Junho de 1985

ESPECIAL NORDESTE

- Nordeste: o tempo perdido
- Secas: o eterno retorno
- Os sertões: a originalidade da terra
- Insulina de gambá
- O cérebro desnutrido
- O caju que um dia foi brasileiro
- Mocambos do Recife: o direito de morar

Nº 19 — Julho/Agosto de 1985

- Adesão de superfícies
- Pré-história do Brasil
- Plataforma de petróleo: o cálculo das ondas
- As galhas: tumores de plantas
- O sono, um terço da vida
- Entrevista: os cientistas que saem do país e não voltam, com: Luis Hildebrando, Boris Vargaftig, Michel Rabinovitch e Julio Puddles

Nº 20 — Setembro/Octubre de 1985

- O trabalho nas usinas de açúcar
- Caca às bruxas: o novo saber das mulheres como obra do diabo
- Tomografia: novas imagens do corpo
- Babacu: a palmeira de muitas vidas
- Ansiedade: uma perspectiva biológica

Nº 21 — Novembro/Dezembro de 1985

- Bem-vindo, Halley!
- Bromélias: na trama da malária
- A estética dos índios
- Modulação da dor: mecanismos analgésicos endógenos
- Encarte especial: rumos da economia brasileira com: João Sayad, Reis Veloso, Paul Singer, Celso Furtado, Lara Resende, Francisco Lopes e outros

Nº 22 — Janeiro/Fevereiro de 1986

- Ensino e/ou pesquisa: a teoria na prática é outra
- Transposons: a dança dos genes
- Defensivos agrícolas ou agrotóxicos?
- Meteoritos, o material primitivo

Nº 23 — Março/Abril de 1986

- IPC: a temperatura da inflação
- Uma *demoiselle* que não envelheceu
- Nas malhas da energia
- Alta-tensão por um fio
- De aromas, insetos e plantas
- Capivaras: uma vida em família
- Perfil: Maria da Conceição Tavares

Nº 24 — Maio/Junho de 1986

- Cruzado x Austral: inflação nunca mais?
- A hiperinflação alemã de 1923
- Gaivotas e trinta-réis
- Pintores e macucos
- Galhas e canções
- Viagem no tempo da Antártida
- Política energética: na gangorra do petróleo
- Vidas irrigantes

Nº 25 — Julho/Agosto de 1986

- Filhos do milagre
- Campos rupestres: paraíso botânico na serra do Cipó
- A estratégia do branqueamento
- Supercomputadores: a batalha dos nanossegundos
- Fraude em ciência
- Momentos da memória

Aproveite esta promoção

PAGUE 5 - LEVE 6

Preencha o cupom de assinaturas que acompanha esta revista

Nº 26 - Setembro/Octubre de 1986

- Distrofias musculares
- S.O.S. corais
- Táquions
- Políticos e militares: quem consente cala
- Percevejos sugadores de sementes
- O aço tratado

Nº 27 - Novembro/Dezembro de 1986

- AIDS: origem, controle, tratamento, cura?
- Luz e matéria: as surpresas da interação
- Ambiente, represas e barragens
- Eutrofização artificial: a doença dos lagos
- As queixas do povo no início do século

Nº 28 - Janeiro/Fevereiro de 1987

- Camada de ozônio: um filtro ameaçado
- Manejo integrado de pragas
- Orquídeas: entrada e dispersão na Amazônia
- A toxicidade do oxigênio
- Mulheres: o peso do trabalho leve
- Encarte especial: a violência no Brasil

Nº 29 - Março de 1987

- Energia e sociedade
- Pupunha: uma árvore domesticada
- Efeito estufa: uma ameaça no ar
- O pensamento autoritário: Oliveira Vianna, hoje
- Encarte infantil: fogo, carnaval, beija-flor, jogos

Nº 30 - Abril de 1987

- Cactáceas: os segredos da sobrevivência
- Terremotos: o movimento das terras no Brasil
- Inflação x cruzado: de volta para o futuro
- Inverno nuclear: e o Brasil?
- Constituinte 87: propostas da SBPC

Nº 31 - Maio de 1987

- Agricultura: a ciência vai à roça
- O efeito Hall quântico
- Reflorestamento indígena
- Escola e família: constelação imperfeita
- Sistemas estaduais de C & T. Constituinte e sindicatos
- Encarte infantil: do ovo ao pinto, experiências, química

Nº 32 - Junho de 1987

- Tchernobyl, um ano depois
- Lições de Tchernobyl: os alimentos importados
- História: capitão Cook sob suspeita
- Metemoglobinemia: células sem ar
- Perfil: os Deane, 50 anos de parasitologia
- Encarte especial: ciência e tecnologia na Constituinte

Nº 33 - Julho de 1987

- Soja: proteína para milhões
- O início e o fim do universo
- A natureza das restingas
- Sambaquis na pré-história
- Reforma sanitária: propostas
- Perfil: Alcides Carvalho
- Encarte infantil: ouriço, índios, experiências, o que é, o que é?

Nº 34 - Agosto de 1987

- Sementes germinantes
- Poluição: acidez na chuva
- Paleontologia no sul do Brasil
- Saúde pública: positivismo e dilemas
- Perfil: Nise da Silveira, viagem ao reino dos homens tristes
- Encarte especial: principais discussões da 39ª Reunião Anual

Nº 35 - Setembro de 1987

- Formigas cortadeiras
- Medicina popular
- Super-redes: harmonia das bandas cristalinas
- Choque (hiper)térmico
- Encarte infantil: experiências de magnetismo, tartarugas da Amazônia, as bruxas brasileiras

Nº 36 - Outubro de 1987

- Polímeros condutores de eletricidade
- Rondônia devastada
- Chuvas e constelações: calendário dos índios desana
- Banhos de cheiro e rituais amazônicos
- Perfil: Antônio Houaiss
- Constituinte 87: quem controla a administração pública

Nº 37 - Novembro de 1987

- Depressão alastrante
- Imagens e computadores: o olho que tudo vê
- Experimentação com seres humanos
- A mulher faz e (desfaz) o homem
- Encarte infantil: Zumbi dos Palmares, experiências com eletromagnetismo

Nº 38 - Dezembro de 1987

- Parque das emas
- Imagens e computadores: vegetação à vista
- Colorindo o invisível: quando os fótons se somam
- Inteligência artificial
- Repensando a tradição
- A indústria brasileira de armamentos: mitos e questões

Nº 39 - Janeiro/Fevereiro de 1988

- A homeopatia em questão: abordagem científica, práticas e a implantação no Brasil
- Fotografia e história
- Ressonâncias nucleares gigantes
- O açúcar das plantas
- Encarte infantil: os dinossauros, é bicho ou máquina?

Nº 40 - Março de 1988

- Autos de Goiânia: artigos científicos sobre física da radiação, efeitos biológicos, radioatividade ambiental, aspectos sociológicos e jurídicos e depoimentos de médicos e da equipe de descontaminação
- Feitiços e bruxarias no Brasil
- Queimadas na Amazônia
- Política nacional de informática

Nº 41 - Abril de 1988

- Monoclonais contra leucemia
- Os homens da mina
- Fusão termonuclear controlada
- Newton: principia matemática
- Encarte infantil: raça ou espécie, luz e sombra, o fogo, passatempos

Nº 42 - Maio de 1988

- O futuro da energia nuclear
- No rastro dos terremotos
- Homeopatia: os leitores opinam
- O fascínio das serpentes
- Perfil: Alberto Carvalho da Silva

Nº 43 - Junho de 1988

- Vacina contra esquistossomose
- A mulher nas Olimpíadas
- Brasil: para onde vai a informática?
- Sensoriamento remoto e agricultura
- Encarte infantil: escravos no Brasil, galáxias, viva São João, abelha operária

Nº 44 - Julho de 1988

- Reserva biológica para o Maranhão
- Envelhecimento e representação da velhice
- O jogo da inflação
- Pioneiros da ciência no Brasil
- Cavalos, um brasileiro antigo

Nº 45 - Agosto de 1988

- Tartarugas marinhas
- Estabilidade no emprego: ameaça ao capital?
- Nova pedagogia, velha vigilância
- Epilepsia: a persistência de um preconceito
- A universidade em busca de si mesma
- Encarte infantil: energia elétrica, macacos brasileiros, labirintos, passatempos

Nº 46 - Setembro de 1988

- A química nos mares
- Integração: Brasil-Argentina
- Floresta amazônica: maneje com cuidado, frágil
- O inhamé, esse desconhecido
- Racismo no Brasil: entrevista com Peter Fry
- A matéria superaquecida e supercomprimida

Nº 47 - Outubro de 1988

- Camelôs
- Formigas carnívoras
- A grande explosão: formação do universo
- Assim caminhou a humanidade
- Encarte infantil: polinização, química da vida, química da digestão

Nº 48 - Novembro de 1988

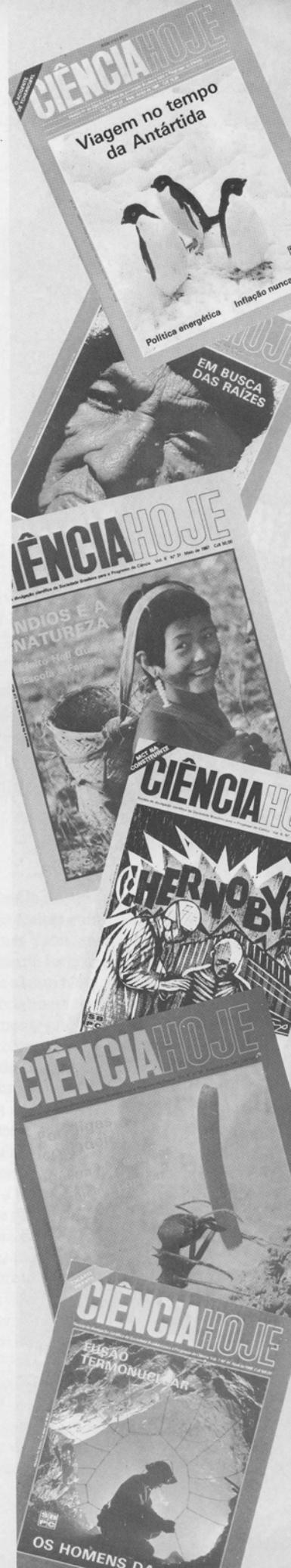
- Desmatamento na Amazônia e o clima da Terra
- Recursos para a ciência: evolução e impasses
- Fotossíntese sem luz?
- O carvão de Carajás
- Encarte especial: Negros brasileiros

Nº 49 - Dezembro de 1988

- Supercondutividade
- Carvão: energia sem poluição
- No rastro dos marsupiais desaparecidos
- As moças de José de Alencar

Nº 50 - Janeiro/Fevereiro de 1989

- A engenharia de Galileu
- Xamanismo e medicina: o "caso Ruschi" reavaliado
- Mistura de raças, mistura de genes
- Coqueluche: procura-se outra vacina
- Encarte infantil: história da música no ocidente, algas, ave ou réptil?



ANTROPOLOGIA URBANA DEMOGRAFIA

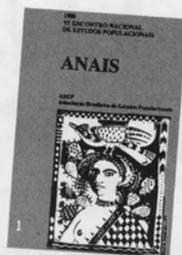
Depoimentos de indivíduos que se tornaram adultos durante o regime militar brasileiro e que têm hoje de 30 a 45 anos constituíram o ponto de partida para *Subjetividade e sociedade: uma experiência de geração*, ensaio de Gilberto Velho, que Jorge Zahar Editor publica em segunda edição. O autor discute a problemática de uma época de transformação de costumes, crenças e valores, relacionando as biografias e os dramas pessoais de seus 'indivíduos-personagens' (como ele próprio os define) à sociedade e à história daquele período. Trata-se de um trabalho de implicações multidisciplinares, cuja reflexão ultrapassa certas fronteiras tradicionais das ciências humanas. Na apresentação do livro, o antropólogo Gilberto Velho assinala que não está abrindo mão de sua vinculação com a antropologia social, e observa: "Procuo apresentar-me também como autor e cidadão, preocupado ética e politicamente com sua sociedade, dentro dos limites dos meus compromissos com o ritual universitário."

ECONOMIA BRASILEIRA



Pensamento econômico brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo, de Ricardo Bielschowsky, recebeu o Prêmio Haralambos Simeonidis, conferido pela Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia (Anpec),

como a melhor tese de doutorado do ano de 1985. O trabalho estuda os rumos seguidos pelo pensamento econômico brasileiro entre 1930 e 1964, situando-o no contexto nacional de cada período. Nas palavras do autor, professor do Instituto de Economia Industrial da UFRJ, "é um registro da evolução do pensamento econômico na era desenvolvimentista brasileira". O trabalho sistematiza a literatura sobre o tema, relacionando a maioria dos livros já publicados, periódicos especializados e documentos governamentais relevantes. A edição em livro, recém-lançada, é patrocinada pelo Programa Nacional de Pesquisa Econômica (PNPE), mantido pelo Instituto de Planejamento Econômico e Social e apoiado pelo BNDES, Finep, CNPq e IBGE.



Do VI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Olinda (PE) de 16 a 20 de outubro de 1988, resultaram quatro grossos volumes, cada um dedicado a um dos temas selecionados pela Associação Brasileira de

Estudos Populacionais (Abep), que patrocinou a reunião. O primeiro tema, 'Transição demográfica', ressurgiu em duas vertentes, em anos recentes, no cenário dos estudos populacionais: de um lado, estudando o papel da dinâmica populacional no perfil da ordem social capitalista; de outro, analisando o declínio rápido e generalizado da fecundidade nos países em desenvolvimento. 'A urbanização e o processo de transformação da sociedade brasileira' é o segundo tema, cabendo a intervenção principal ao pesquisador George Martine, que publicou um artigo a respeito, em *Ciência Hoje* n.º 51 ('O mito da explosão demográfica', março/1989). A especificidade do terceiro tema, 'Demografia da população negra', se justifica pela quase inexistência, nos últimos 40 anos, de estudos sobre a dinâmica da população negra brasileira, principal homenagem no encontro de Olinda. Por fim, o quarto volume reúne os demais temas, como o Nordeste, o censo de 1980 e as tendências recentes das técnicas de análise demográfica.

SAMBAQUIS

Rica em vestígios arqueológicos, a planície Maré de Guaratiba, no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, tem sido objeto de pesquisas multidisciplinares há vários anos. Em *Coletores e pescadores pré-históricos de Guaratiba*, publicação conjunta das editoras das universidades federais do Rio de Janeiro e Fluminense na série 'Museu Nacional', são apresentados os primeiros resultados globais das pesquisas realizadas no sambaqui Zé Espinho em 1983 e 1984. A obra destina-se a especialistas e estudantes das diversas áreas da arqueologia e é apresentada em capítulos referentes às várias modalidades de pesquisa ali realizadas: geologia, botânica, arqueologia e antropologia física, sob coordenação da professora Lina Maria Kneip,

da UFRJ. As escavações realizadas no local — e que têm continuidade prevista — revelaram uma série de informações importantes para o conhecimento do homem pré-histórico daquela região, seu espaço habitacional, atividades domésticas, práticas funerárias, alimentação, armas e outros artefatos. O texto é acompanhado de fotos e ilustrações explicativas.

AUTOMAÇÃO

A rápida evolução da microeletrônica permite vislumbrar uma era de modificações radicais nos processos produtivos, determinadas pela automação. Em *Robô: ruim com ele, pior sem ele*, Paulo Roberto Feldmann, doutor em administração pela Fundação Getúlio Vargas, procura enfrentar o lado perverso desse processo, que começa a se fazer sentir no Brasil e em outros países em desenvolvimento: o 'desemprego tecnológico' e a qualidade do trabalho individual. Publicado pela editora Trajetória Cultural, o livro de Feldmann é prefaciado por Walter Barelli, diretor do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos (Dieese).

HISTÓRIA DA ELETRICIDADE



O estágio atual de desenvolvimento do setor elétrico estava a exigir uma sistematização da literatura já publicada no país sobre o tema. *Panorama do setor de energia elétrica no Brasil*, resultado do trabalho da Coordenadoria de Pesquisa do Cen-

tro da Memória da Eletricidade no Brasil, responde a essa necessidade. Lançado durante as comemorações dos 25 anos da Eletrobrás, a obra está dividida em quatro capítulos: de 1880 a 1930, a chegada da Light; de 1930 a 1945, as iniciativas do governo Vargas; de 1945 a 1962, a constituição da Eletrobrás; e de 1962 aos dias atuais, o crescimento exponencial da capacidade geradora. É um registro das modificações que a eletricidade imprimiu à vida e ao modo de pensar da população brasileira. O livro pode ser encontrado no Centro de Memória da Eletricidade no Brasil (av. Presidente Vargas 435, 8.º andar, Rio de Janeiro).

INTELECTUAL E MILITANTE

AZIS SIMÃO

Nascido no dia 1º de maio de 1912, o sociólogo paulista Azis Simão fez questão de honrar a data. Seja como jornalista, como militante da causa operária ou professor universitário, foi sempre um trabalhador apaixonado. Na adolescência, um deslocamento de retina acabou por comprometer-lhe a vista esquerda, mas isso não conseguiu desfazer seus vínculos com a vida intelectual, a política e o jornalismo. Conviveu com intelectuais paulistas do movimento modernista e ligou-se aos principais líderes socialistas e anarquistas brasileiros da época. Apesar da sua profunda afinidade com a área de ciências humanas, acabou formando-se em farmácia, no princípio da década de 1930. Em fins de 1935, sofreu deslocamento da retina do olho direito e, após cirurgia, restou-lhe apenas visão itinerante por mais um decênio, em lento decréscimo até o final.

Participou da oposição ao Estado Novo e, com a redemocratização, foi membro fundador da União Democrática Socialista, um dos núcleos do futuro Partido Socialista Brasileiro. Incentivado por Fernando de Azevedo e Antônio Cândido, retomou o curso de Ciências Sociais, formando-se em 1950. Pouco depois, em 1953, tornou-se professor daquele departamento, vencendo dura batalha contra os burocratas do Estado, que viam em sua cegueira um impedimento ao exercício do magistério. Nesses anos iniciou suas pesquisas sobre o proletariado paulista, tendo publicado seu famoso estudo sobre o voto operário em São Paulo nas eleições de 1947. Pela primeira vez a universidade brasileira produzia um trabalho sobre o comportamento proletário e o país tomava conhecimento das análises de uma pesquisa eleitoral. Seu livro *Sindicato e Estado*, em que aborda a formação do proletariado paulista, resultou da tese de livre-docência, defendida em 1964, e se transformou num clássico sobre o tema no país. Ao ser aprovado com distinção no concurso, recebeu de Fernando de Azevedo um elogio grandiloquente: "O Azis entusiasma-se com tudo o que faz. É um entusiasmado no sentido grego do termo, isto é, aquele que traz Deus dentro de si."

Entrevista a José Albertino Rodrigues (Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal de São Carlos) e Vera Rita da Costa (*Ciência Hoje*).

— Poderia fazer uma retrospectiva de sua carreira de intelectual e militante, a começar pela data de seu nascimento? Que história é essa de nascer justamente no 1º de maio?

— A data de meu nascimento, na certidão de batismo, é 2 de maio de 1912. Mas minha mãe dizia que fui registrado no dia seguinte àquele em que de fato nasci. Ela própria comemorava meu aniversário no dia 1º de maio. Quando precisei tirar um certificado no registro civil, já no ginásio, apareceu a data de 30 de abril. Apesar dessa confusão, continuei comemorando meu nascimento em 1º de maio, o que para mim sempre foi uma honra.

Minha infância foi como a de todos os filhos de imigrantes que se estabeleceram no interior de São Paulo. Meu pai veio do Líbano para o Brasil em 1892, comerciou em Atibaia e Bragança Paulista, onde nasci. No final da Primeira Guerra Mundial, vendeu a loja e comprou, na zona rural, uma máquina de beneficiar café. Para nós, meus irmãos e eu, isso foi uma delícia, porque passamos a infância entre a cidade e o campo.

— Que carreira seu pai queria que seguisse, o comércio?

— Não. Em 1925, quando me preparava para os exames finais no Instituto Moderno de Educação e Ensino, em Santa Rita de Sapucaí (MG), levei um tombo e bati a testa. Por ser hemofílico, sofri uma hemorragia no olho esquerdo. Mesmo sem enxergar de um olho, permaneci ainda dois meses no colégio, porque queria prestar os exames de qualquer maneira. Só depois das provas é que fui para São Paulo com meu pai consultar um médico. Ele nos disse que se tratava de um deslocamento de retina. Fiquei meses de repouso mas não adiantou: acabei perdendo a vista esquerda. Esse acidente modificou o rumo das coisas. Como o médico havia recomendado que eu deixasse os estudos, meu pai procurou, com muita tristeza — pois lamentava ver o filho querer estudar e não poder —, encaminhar-me para o comércio de café.

— O comércio de café foi, portanto, sua primeira ocupação?

— Foi. Trabalhava com meu pai. Quando nos mudamos para São Paulo, em 1928, ele me colocou numa casa atacadista. Fiquei apenas três meses nesse emprego. Foi o suficiente. Um dia disse a meu pai: “Olha, não estou gastando a vista com o que quero e estou gastando lá, marcando fardo.” Ele percebeu então que não tinha jeito mesmo e achou que eu poderia trabalhar como autônomo. Comprou cereais, cebola, manteiga, essas coisas todas, e eu fui vendê-las na praça. Não era um trabalho ruim. Enquanto andava pelas ruas, pensava em literatura. Vocês sabem: todos daquela geração começamos nossa vida intelectual pela literatura.

— Como foi que ingressou no jornalismo?

— Meu irmão Aniz, até hoje médico do Sindicato dos Trabalhadores Gráficos, que também sempre gostou de literatura, conheceu o Israel Souto, diretor do *São Paulo Jornal* e me apresentou a ele. Passei a freqüentar o jornal. Aos domingos era publicado um suplemento de literatura — o *Página Verde e Amarela*, feito por Menotti del Picchia e Cassiano Ricardo —, no qual mais tarde passei a colaborar. Comecei a trabalhar no jornal no segundo semestre de 1928, depois que meu pai resolveu acabar — já que eu não vendia nada mesmo — com o estoque de cereais. Comecei no jornalismo como se aprendia a profissão naquele tempo: colocando títulos em telegramas.



foto cedida por Azis Simão

Em sua sala no Departamento de Ciências Sociais (1982).

Foi nessa época também que começou a se esboçar, além da literatura, o meu gosto por filosofia e questões sociais. Cândido Motta Filho, que assumira a direção do jornal no lugar do Israel Souto, aconselhou-me a estudar direito, mas eu não podia me imaginar decorando leis. Como ainda não existia a Faculdade de Filosofia, ele me sugeriu que estudasse um pouco de ciências fazendo o curso de farmácia.

— Nesse período o senhor já tinha contato com o movimento operário?

— Foi em 1929 que conheci a Federação Operária de São Paulo. A primeira vez que fui lá, com Oswaldo Molles, que também trabalhava no *São Paulo Jornal*, algumas coisas me chamaram a atenção: todos estavam de chapéu e quem fumava colocava o maço de cigarros em cima da mesa, à disposição dos outros, num sinal de solidariedade. Através do Molles fui entrando em contato com esse novo mundo.

Na União dos Trabalhadores Gráficos (UTG) conheci, também em 1929, três figuras excepcionais: Edgard Leuenroth, João da Costa Pimenta e Aristides Lobo. Isso foi no dia 7 de fevereiro, data de aniversário da UTG. Antes da festa havia sempre uma conferência sobre anarquismo, socialismo e reforma social em geral. Depois da conferência, vinha o baile, sempre familiar. No palco ficavam umas mesinhas para os maiores. Não sei bem como acabei sentando numa dessas mesas com os três. O Leuen-

PERFIL

roth estava no auge de sua carreira, já havia escrito seus livros e era muito conhecido. Ele e Costa Pimenta começaram a me contar histórias do movimento operário. Falaram-me sobre a greve dos chapeleiros, ocorrida em 1914, da famosa greve geral de 1917 e de outras. Acho que, subconscientemente, naquela noite fiquei apegado à história do movimento operário no Brasil.

— *O senhor se tornou um boêmio no meio de literatos anarquistas. Como era a vida intelectual em São Paulo naquele tempo?*

— São Paulo, no início da década de 1930, era uma cidade pequena, em que todos se encontravam e se conheciam. Em São Paulo tive oportunidade de ampliar minhas leituras e entrei em contato com a literatura modernista. Ia às livrarias e via aqueles cadernos de antropofagia do Oswald de Andrade... Fiquei conhecendo Oswald e Patrícia Galvão, a Pagu. Apoiei o *O Homem do Povo*, jornal que eles mantinham, e fui a vários bailes de sindicatos na companhia deles. Comecei também a ler os russos — Dostoiévski, Tólstoi, os contistas, e mais tarde Maiakóvski. Fui sendo envolvido por uma teia de literatos, militantes de esquerda e operários. Através do Lívio Xavier, conheci entre outras pessoas Mário Pedrosa e Miguel Macedo. Conheci também Antônio Piccarolo e Francisco Frolla.

Foram anos muito bons. Aos sábados costumávamos sair da UTG e ir passear pela cidade, comer *pizza* nas cantinas. Não era só militância, era também camaradagem. Fiquei nesse meio boê-

mio. Mas o que era a boemia? Não era farra. Defino o boêmio como aquele que não tem relógio, que esquece o tempo. Os intelectuais — a não ser os casados, cujas mulheres não os deixavam sair à noite — encontravam-se nos cafés. Eu ia à cidade e sabia onde encontrar os amigos. As conversas nos 'cafés sentados', à tarde ou à noite, tinham enorme importância intelectual, não apenas em São Paulo, mas em todas as grandes cidades do país. Nos cafés trocavam-se opiniões sobre livros, discutiam-se idéias, falava-se da vida alheia. Fazer boemia era viver à moda de seu tempo. Fazia parte do estilo de vida urbano ocidental. O 'café expresso', que surgiu em 1933, matou o 'café sentado' e, com ele, parte da convivência intelectual.

— *E a idéia de fazer uma faculdade foi abandonada?*

— Não. Mas, naquele tempo, se me perguntassem que faculdade gostaria de cursar — se eu tivesse vista para estudar — não escolheria nenhuma. Não havia alternativa para quem quisesse estudar humanidades. Naquilo de que gostava, fui um autodidata; aliás, como muitos da minha geração. Cândido Motta sugeriu que eu fizesse farmácia por considerar que esse curso me daria fundamentos para filosofia. O curso era de apenas três anos, o que fez com que meu pai não se opusesse e apenas me aconselhasse a não ler muito. Em 1931, quando perguntávamos o porquê da valência de um átomo, respondiam-nos: "Porque é!" Só depois de formado, quando já lecionava ciências no Ginásio XI de Agosto, em 1933, é que descobri o modelo atômico de Thompson. Fiquei maravilhado! Pela primeira vez lia algo sobre elétrons e prótons! Ainda se ensinava, aqui em São Paulo, que átomo era indivisível. Depois interessei-me, na biologia, pelo estudo dos vírus do mosaico, que interpretávamos como a passagem da matéria inanimada para a vida, enquanto o átomo representava a passagem da energia para a matéria. Isso se ligava muito às minhas preocupações filosóficas. As gerações que se seguiram à minha foram mais objetivas, mais orientadas na escolha das especializações. Penso que de uns dez anos para cá a juventude — ou pelo menos grande parte dela — voltou a se espalhar também pelas letras e artes. Vejo isso como algo muito positivo.

— *Fale de sua experiência como professor do ensino médio.*

— Além da experiência no Ginásio XI de Agosto, fundamos na UTG, em 1934, a Escola Proletária Noturna, gratuita e aberta a todo trabalhador sindicalizado. A sala estava sempre cheia. Comecei a ensinar ciências para operários através da estrutura do átomo, o que foi uma experiência realmente positiva. A escola foi fechada em 1935, com a aventura da Aliança Nacional Libertadora.

— *Como era seu relacionamento com os anarquistas, comunistas e socialistas?*

— Com os comunistas-stalinistas era muito difícil, como partido. Como para todos que não concordavam com eles. Mas, individualmente, podia-se conviver. Tive alguns amigos entre eles. Com os anarquistas, socialistas e trotskistas foi com quem mais convivi e tive amizades de toda a vida. Também isto aconteceu com os que deixaram o PC depois da Aliança Nacional Libertadora. O que me fez ficar de pé atrás com o bolchevismo foi a leitura de um livro de Trotski, *Manifesto da Oposição*. Pensei que fosse um manifesto de oposição ao czar. Era de oposição a Stalin. Não entendi nada. Quem me explicou o que aquilo significava foi o Lívio Xavier. Aqui em São Paulo, no entanto, es-



foto Arquivo Edgard Leuenroth

Com Edgard Leuenroth (à esquerda): velhos amigos.

sas divergências não prejudicavam muito o movimento. Os anarquistas, trotskistas e socialistas sempre formavam frentes únicas. Os comunistas chegavam depois e nós mantínhamos nosso pé atrás, mas convivíamos com eles, apesar de sérias divergências políticas e sindicais.

— *O início da década de 1930 foi um período politicamente tumultuado. Nessa época o senhor ingressou no Partido Socialista. O que o levou a essa opção?*

— No início de 1932, quando começaram as conspirações em torno da Revolução Constitucionalista, fui convidado com Antônio Fernandes para participar do movimento, por sermos constitucionistas. Não aceitamos. Quando estourou a revolução, as faculdades começaram a fazer batalhões acadêmicos. Reunimos os colegas — porque éramos diretores do Centro Acadêmico de Farmácia e Odontologia — e comunicamos que nos recusávamos a formar batalhão acadêmico; quem quisesse que o fizesse. Precisei sair de São Paulo, ficar dois meses em Piracicaba. Logo depois da revolução começaram a surgir os partidos para as eleições constituintes. O Partido Socialista foi criado logo após a revolução e começou a funcionar efetivamente em 1933. Ingressei no partido por causa de sua proposta de socialismo democrático. Acredito que aderimos à causa do operário por uma questão de sentimento moral, de justiça. Depois é que aprendemos as teorias que justificam o movimento; se as aprendemos simultaneamente, não lhes damos tanto valor quanto ao sentimento moral de justiça. Afinal, o que fazia eu, de família abastada, no movimento operário? O que faziam Mário Pedrosa, Caio Prado e tantos outros?

Em 1934 houve o choque armado com os integralistas, no Largo da Sé. Como sou hemofílico, não participei diretamente do choque. Colocaram-me como elemento de ligação. Acompanhei todo o barulho do interior de um café. Nesse choque houve muitos feridos e a morte de um estudante comunista. Eram tempos agitados, de passeatas e ameaças dos integralistas, que acabaram sufocados pela esquerda. No segundo choque com eles, na avenida Paulista, fui mais cauteloso e não compareci. Quando a Aliança foi fundada, em 1935, o Partido Socialista tinha pelo menos dez diretórios. A Aliança acabou com todos.

— *O senhor apoiou a Aliança Nacional Libertadora?*

— A Aliança foi fundada como uma grande frente nacional. Todos foram convidados a participar: anarquistas, trotskistas, socialistas. Eu já pertencia ao Partido Socialista e me opunha à idéia de um partido filiar-se a outro. Propunha apenas um apoio programático à Aliança. Cheguei a escrever com Miguel de Macedo um pequeno manifesto, aceite também pelos trotskistas. Como os anarquistas não entram em partido, não participaram da Aliança. Edgard Leuenroth compareceu ao lançamento do movimento em São Paulo, apoiando-o contra o fascismo e pela democracia. Ele achava, no entanto, que um movimento como aquele poderia se empobrecer seguindo um chefe, por mais brilhante que fosse.

No manifesto que escrevemos, propúnhamos também o apoio à luta pela democracia, contra o fascismo, sem filiar o Partido à Aliança, mas facultando a inscrição individual nela. Eu não me inscrevi, como muitos outros. Em 1934, trabalhava ativamente no Partido Socialista; era secretário da comissão regional da comarca da capital. Em 1935 fui da comissão central, como secretário de propaganda. Tinha então 23 anos.



O jornal produzido por Oswald de Andrade e Pagu.

— *E sua visão? O senhor não tinha dificuldades com a vista?*

— Não. Meu olho direito funcionava muito bem. Muito bem, não. Era míope. O Waldemar Belford de Matos, que era oftalmologista e meu amigo, continuava tratando dos meus olhos e proibindo leitura. Fui economizando leituras, com medo de perder totalmente a visão. Mas não adiantou. Durante uma viagem que fizemos ao interior de São Paulo, em fins de 1935, para recompor o Partido Socialista, sofri outro deslocamento de retina, desta vez a do olho direito. Fiquei hospitalizado durante 30 dias, de olhos vendados num pré-operatório e num drama medonho, na esperança de que a retina se justapusesse. Se eu estivesse em São Paulo ou tivesse chegado em tempo, talvez desse para salvar a mácula e continuar enxergando para ler. Quando saí do hospital, o Belford fora preso. Havia estourado a Intençãõ Comunista. A rua de minha casa foi vigiada por alguns dias. Por eu estar acamado, relaxaram a vigilância e pude me esconder na fazenda de um tio, em Bragança Paulista. Levei para lá todos os livros que podia, mas que se perderam com os ratos. Pensei que a repressão terminasse logo; mas não, continuou até o Estado Novo.

— *Daí para a frente o senhor teria que se adaptar à cegueira.*

— Exatamente. Isto me foi facilitado pela dedicação de toda a minha família e pela ajuda dos muitos amigos que fiz na Faculdade de Farmácia, na militância política e na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Paulo. Não me deixaram à margem, mas continuaram me chamando para sua companhia. Consegui, a custo, convencer meus pais de que eu devia continuar meu modo de vida, senão não adiantaria continuar vivendo. Eles se habituaram com meus telefonemas avisando que não iria jantar. Sabiam que algum amigo me deixaria em casa a qual-

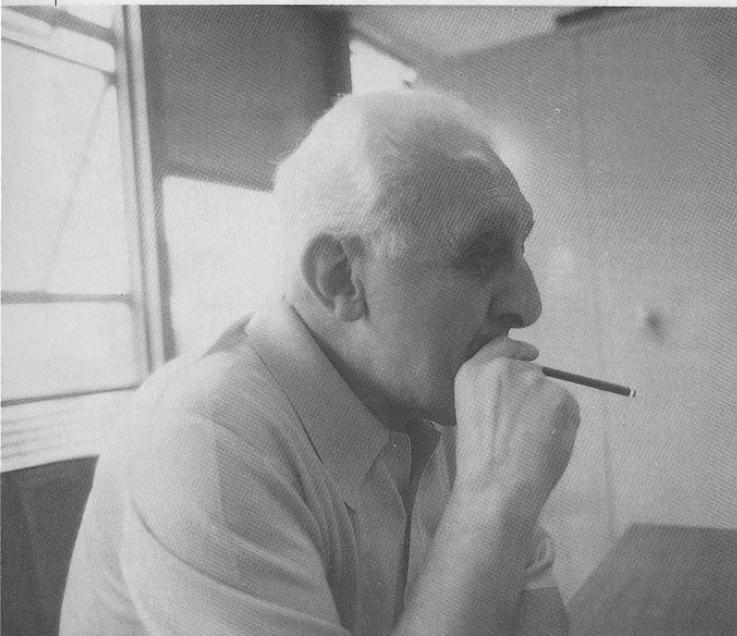


foto Agência Folhas

“É no sonhar que não estou na situação de cego.”

quer hora da noite. Eu não saía apenas para reuniões e jantares com amigos, mas também para ir às vezes ao teatro, concertos e conferências. Acompanhei conferências da missão européia que veio fundar a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, sobre história, geografia humana e literatura. Como minha memória era visual, comecei a treinar a memória auditiva. Depois de cada conferência, datilografava, em casa, o que conseguia apreender. Desenvolvi assim uma memória auditiva boa e necessária ao prosseguimento de minha vida intelectual.

— *Como ficou sua visão do mundo depois de perder a vista?*

— Eu não perdi a visão já fixada, nem a capacidade de renová-la sempre, com as informações vindas por diversas vias. É no sonhar que não estou na situação de cego. No sonho, eu vejo com meus próprios olhos os cenários, as pessoas e a movimentação. Acordado, os sentidos restantes, principalmente a audição e o tato, são vias de mentalização do que é exterior. E isto se faz de forma imediata e automática, da mesma maneira que através da vista. É uma situação análoga à de ouvir rádio. Cada um imagina a seu modo o que suscita a transmissão dos anúncios, jogos e novelas. Neste aspecto, para mim, o que muda do rádio, da TV e do cinema para o teatro é ouvir a voz humana direta. Aqui, fico mais próximo da minha situação real de ver o mundo. Nela estou no palco e no enredo.

— *E a Fundação para o Livro do Cego no Brasil?*

— Foi criada ao terminar a última guerra, por três mulheres admiráveis: Adelaide Reis Magalhães, Dorina Gouvêa Nowill, cega, idealizadora e principal executora do projeto até hoje, e Regina Pirajá da Silva, superintendente da Imprensa Braille. As duas últimas foram aos Estados Unidos, onde freqüentaram cursos especializados e obtiveram a doação de máquinas impressoras braille. Mas estas só seriam remetidas se algum órgão governamental garantisse verba para seu funcionamento. Fomos ao professor Fernando de Azevedo, então Secretário de Educação,

que a concedeu imediatamente, interessado no empreendimento. Vieram as máquinas e começou a impressão de livros e da revista *Relevo*. Hoje a fundação já está na fase do livro falado e do ensino da leitura pelo optacon. Ao lado disso, ela cuidou também de habilitar cegos para o mercado de trabalho, principalmente na indústria, tendo conseguido instalar no Senai um serviço especial para esse fim.

— *O senhor acompanhou a criação da Universidade de São Paulo?*

— Desde 1933, ouvia falar na reunião das faculdades existentes em uma universidade, para a qual também iriam criar uma Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Pretendia entrar nesta faculdade quando ela foi instalada, em 1934, o que não fiz por estar envolvido pela efervescência política. Mas, como já disse, acompanhei conferências de seus professores.

— *O senhor não tinha dificuldades para acompanhar os cursos?*

— Só no final de 1938 é que fui à Faculdade de Filosofia ver se podia acompanhar algum curso como ouvinte. Fiquei surpreso ao saber que poderia freqüentá-los até mesmo regularmente, apesar da minha deficiência visual.

Em 1939, eu me inscrevi como aluno ouvinte, com receio de não poder cumprir com as exigências de um curso regular. No final do ano, os professores acharam que sim, e eu prestei os vestibulares no ano seguinte.

As leituras recomendadas pelos professores eram feitas em casa, com a ajuda de minhas irmãs, principalmente a Cecília. É evidente que se um professor exigisse leitura de muitos livros de uma só vez, ficava difícil. Não podia ser mais que um. Essa limitação influu no ritmo de minha vida escolar. Foi-me sugerido que eu pedisse ao Conselho Universitário isenção de provas escritas, o que não fiz. Solicitei apenas que pudesse fazê-las com máquina datilográfica. Já datilografava bem e conseguia fazer esquemas mentalmente, antes de escrever. Mas necessitava, às vezes, que alguém visse em que ponto eu tinha parado. Numa prova de geografia humana, fiquei sentado na última carteira, sem ninguém ao lado. Depois de ter datilografado quatro páginas, verificou-se que só 1/4 da primeira página estava escrito. O rolo da fita não retornava automaticamente e tinha terminado. Mas nunca houve qualquer dificuldade no meu relacionamento com colegas e professores, que não me davam tratamento diferenciado devido à minha deficiência visual.

— *Quando o senhor entrou para a faculdade, já era casado?*

— Não. Só me casei em 1951, e depois disso minha vida intelectual passou a ser acompanhada por minha esposa.

— *De que modo sua vida universitária foi se entrosando com a política?*

— Em 1940, começamos — professores e alunos da faculdade — a participar do movimento universitário de resistência ao Estado Novo, fundado na Faculdade de Direito. Entramos em contato com o movimento através de Paulo Emílio Salles Gomes, que era capaz de reunir as mentalidades mais diversas em torno de si. O movimento se espalhou por todo o Brasil, principalmente depois da passeata do silêncio, realizada em 1943, em que estudantes foram agredidos pela polícia.

Em 1945, participei da fundação da União Democrática Socialista com professores e estudantes da minha faculdade e ou-

tros socialistas que já tinham militado em diferentes agrupações de esquerda. A UDS constituiu um dos núcleos da Esquerda Democrática, que se transformou em Partido Socialista Brasileiro em 1947.

— *E porque o senhor resolveu retomar sistematicamente os estudos?*

— Eu já estava achando monótono permanecer apenas como aluno ouvinte, sem responsabilidades escolares. Em 1947, o professor Fernando de Azevedo perguntou-me porque não terminava o curso. Antônio Cândido também achava que eu devia terminá-lo. Decidi-me quando dois amigos, Lólio Lourenço de Oliveira e Oliveiros da Silva Ferreira, ingressaram no curso de Ciências Sociais, pois seriam meus companheiros de estudo.

— *Quando o senhor se tornou professor da Faculdade?*

— O professor Fernando de Azevedo me chamou para trabalhar com ele em 1950. Eu achava que um dia poderia vir a ser convidado pelo Antônio Cândido para trabalhar na faculdade. Mas nunca imaginei que ele me levaria ao Fernando de Azevedo para receber a notícia diretamente dele, a quem tanto admirava. A pergunta “Azis, quer trabalhar conosco?” me fez tremer. Será que eu consigo?, perguntei. Pedi que me deixassem experimentar. Durante o ano de 1951, dei seminários nos cursos de Fernando de Azevedo e Antônio Cândido. Foi a forma que encontrei para que vissem até que ponto eu poderia chegar. No final do ano, eles propuseram minha contratação como auxiliar de ensino e pesquisa, o que para mim foi uma dádiva. Eu militava no Partido Socialista desde 1929 e já estava cansado das reuniões, assembleias e cursos. Pensei que seria bom mudar de vida. Fiquei como auxiliar de ensino. Éramos apenas quatro professores para dar conta de todos os cursos que oferecia a cadeira de Sociologia II.

— *Mas a sua contratação não foi imediata... Houve algum entrave burocrático?*

— Aí é que tomei consciência do que a cegueira significava para os outros, para os que não me conheciam e não eram meus amigos. Deparei com a lei! O pedido de minha contratação foi feito, o governador o aprovou e a publicação saiu no *Diário Oficial*. No exame médico, no entanto, fui reprovado. Mas eu não tinha nada, não tinha problema de saúde. O laudo médico atestou a minha cegueira, e cegueira é condição para aposentadoria. Para encurtar a questão, fiquei lecionando sem contrato na faculdade, e a minha nomeação levou dois anos para sair. Os médicos e a advogada do serviço médico do estado foram à faculdade mais de uma vez para verificar como eu trabalhava. Assistiram às minhas aulas e insistiram em saber como eu fazia para corrigir provas. O professor Fernando de Azevedo mostrou provas que eu havia corrigido: as anotações eram feitas nas margens do papel, com letra da Nena. Apesar de tudo, eles resistiram, e o governador anulou o meu contrato. A questão só foi resolvida através de uma lei especial, feita a pedido do governador Lucas Nogueira Garcez e por interferência de José de Santa Cruz, que na época era dominicano e assistente espiritual do governador. Eu havia me recusado a pedir uma lei especial. Achava que o governador deveria levantar o obstáculo que a lei colocava diante de mim, pois meu diploma de licenciado me autorizava a lecionar em qualquer ponto do país. Também achava que deveria ser feita uma lei que beneficiasse não só a mim, mas a

todos os cegos. Os advogados do departamento jurídico alegaram-me que um processo desse tipo levaria anos para ser julgado, em razão da especificidade de cada caso. Finalmente, com uma bonita mensagem do governador, a lei foi para a Assembléia Legislativa, e a sua aprovação, em 1953, autorizou a universidade a me contratar.

— *Quando começou suas pesquisas sobre o movimento operário?*

— Fiz o curso de especialização, que correspondia à pós-graduação, com os professores Fernando de Azevedo e Charles Morazé. Com o primeiro, seguindo um curso de sociologia dos partidos políticos, com o segundo, trabalhando em pesquisa. Já nessa época (1950), tinha começado a fazer pesquisas sobre o movimento operário. O trabalho com Fernando de Azevedo era sobre a consciência de classe do proletariado de São Paulo. Mas naquele momento eu trabalhava com base em entrevistas, não queria ainda pesquisar a história do movimento operário. Interessei-me por estudar o comportamento eleitoral dos operários depois do estouro das eleições de 1945. Depois que Getúlio foi eleito, em 1950, os operários meus conhecidos se desiludiram. ▶

foto cedida por Azis Simão



Antônio Cândido (à direita): apoio à carreira acadêmica de Azis Simão.

'Está cansado, está velho', diziam. Resolvi entrevistar principalmente gráficos e tecelões, para saber a quem haviam dado os seus votos na eleição de 1947, em que foram candidatos, ao Senado, Getúlio Vargas e Luiz Carlos Prestes. Em São Paulo, o operário havia dividido a votação entre ambos. Na universidade, até então, não se tinha feito pesquisa a respeito do comportamento operário.

— *Como foi a acolhida ao seu trabalho sobre o comportamento eleitoral?*

— Em 1954, por ocasião do quarto centenário da fundação de São Paulo, houve muitos congressos internacionais na cidade. Entre eles, o I Congresso Brasileiro de Sociologia, promovido pela Sociedade Brasileira de Sociologia, cujo presidente era Fernando de Azevedo. Antônio Cândido sabia que eu já havia feito o levantamento de dados da minha pesquisa e sugeriu que eu aproveitasse o congresso para fazer uma comunicação sobre o voto operário. Não se tratava de um prognóstico eleitoral, mas de uma análise do comportamento do proletariado nas eleições. Este foi, ao lado do trabalho de Orlando de Carvalho, feito em Minas Gerais, um dos primeiros estudos sobre pesquisa eleitoral realizados no país.

— *Quando o senhor começou a trabalhar com a história do proletariado no Brasil?*

— Logo após apresentar meu trabalho sobre o voto operário, enfronhei-me na história do proletariado. Como eu queria conhecer essa história desde a imigração, convidei a professora Paula Beiguelman, assistente da cadeira de Política, para trabalhar comigo. Manipulamos juntos as informações sobre o trabalho operário em suas primeiras décadas, do fim do século passado até 1920. Depois a Paula se voltou para a passagem da escravidão ao trabalho assalariado. Eu prossegui com o trabalho sobre o proletariado urbano.

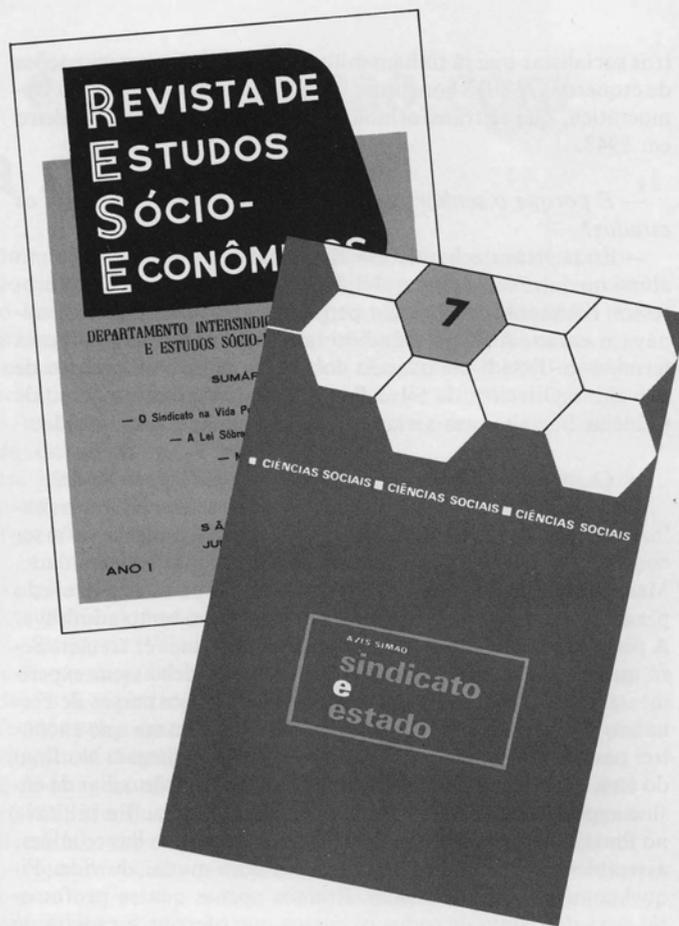
— *Qual era a sua motivação principal?*

— Queria fazer um trabalho que esclarecesse o que foi o proletariado. Falava-se muita coisa sobre os primórdios do movimento operário, mas por 'faro'. Achei então que era preciso escrever um trabalho que funcionasse como um painel, que elucidasse o que de fato tinha sido o movimento operário até 1940. Então, na década de 1950 comecei a escrever uma série de artigos sobre o tema.

— *Quando apareceu o trabalho sobre as relações entre sindicato e Estado?*

— Em 1964, como tese de livre-docência, e se chama *Sindicato e Estado: suas relações na formação do proletariado de São Paulo*. Muitos me perguntavam se eu iria defender a tese apesar das circunstâncias políticas que estávamos vivendo. Respondia que sim e a defendi em novembro daquele ano. O livro contém capítulos sobre a indústria e o proletariado, as condições de vida, as greves e a organização sindical.

Faltaram três capítulos, sobre as ideologias, a ação e a personalidade dos militantes. Não tive tempo nem condições de trabalhá-los, particularmente depois de 1968, quando a ditadura ficou mais forte. Não só por causa da ditadura, mas também por ter assumido, com o Ruy Coelho, a chefia do Departamento de Ciências Sociais e por integrar a Comissão de Pós-Graduação da faculdade.



A revista do Dieese, na qual Azis Simão é colaborador constante, e seu livro *Sindicato e Estado*.

— *E como o senhor avalia o relacionamento da universidade com o Estado?*

— A universidade não é partido político nem deve se deixar levar por qualquer um deles. Isso não quer dizer que a universidade deva ser omissa. Ao contrário, tem a responsabilidade de controlar o uso que a sociedade faz da produção acadêmica. Há uma cobrança muito grande em relação à produtividade da universidade e ao que ela faz em benefício da comunidade. Primeiro, só pelo fato de existir, a universidade já serve à comunidade. Afinal, quem forma os médicos, politécnicos, advogados e demais profissionais de que a sociedade se serve? Além disso, fornece o conhecimento básico, que leva às descobertas e ao desenvolvimento tecnológico do país, e mantém a atividade cultural, artística e literária, responsável pela civilização de um povo.

Em segundo lugar, as universidades não são todas iguais. Como acontece com os setores de qualquer instituição, há aquelas que são boas e as que são ruins. De modo que não devem ser cobradas indiferenciadamente. Além disso, a cobrança não pode ser unilateral. Eu pergunto: o que a sociedade está fazendo pela universidade? É preciso que tenhamos um Estado, um governo, que não ignore o que seja uma universidade. Ela tem que cobrar do Estado e da sociedade o restabelecimento de seu prestígio e a parte que lhe cabe no orçamento da nação. Só assim ela poderá continuar ajudando o país a se desenvolver e a melhorar as condições de vida do seu povo. ■

NEXUS 4600. UMA MÁQUINA DE RESPEITO.

INFORMATIVO SCOPUS

Para atender às exigências de aplicações profissionais que exigem elevada capacidade de processamento, a SCOPUS lança o microcomputador Nexus 4600. Utilizando o processador 80386 a 20 MHz, este novo produto atesta a evolução técnica de uma empresa pioneira no projeto e fabricação de microcomputadores no Brasil.



POTÊNCIA EM EQUILÍBRIO

Concebido pelos projetistas da SCOPUS para as aplicações que demandam alta capacidade de processamento, o Nexus 4600 pode ser utilizado em computação gráfica, em CAD ("Computer Aided Design"), como servidor de rede local e em aplicações multiusuário (em ambiente UNIX) entre tantas outras. O processador 80386 operando a 20 MHz, com memória mínima de 2 MBytes é o ponto de partida desta máquina poderosa e inovadora. As demais características completam suas especificações: sete "slots" de expansão (dois no padrão PC-XT e cinco no padrão PC-AT); teclado normal (87 teclas) e avançado (108 teclas) ambos no formato inglês ou português; placa de vídeo EGA, CGA ou Hercules; mouse SCOPUS no padrão Microsoft; monitores coloridos no padrão EGA ou monocromáticos no padrão EGA ou Hercules; montagem em "table-top" ou em torre. O Nexus 4600 incorpora, portanto, todas as características dos computadores modernos. E tem mais.

EXCLUSIVO SISTEMA "PLUG-IN"

Com o Nexus 4600 a SCOPUS introduz no mercado o inovador conceito de conexão de unidades de discos, disquetes e fitas magnéticas em gavetas "plug-in". Com ele, o próprio usuário substitui esses periféricos com o simples toque em uma alavanca. Ganha-se muito: é fácil configurar e reconfigurar um parque de equipamentos; o winchester com dados confidenciais pode ser guardado no cofre; em caso de problemas técnicos, a unidade defeituosa pode ser substituída pelo próprio usuário; além de facilitar a instalação de software em laboratório, evitando as dispendiosas viagens a campo. E ainda tem mais.



FERRAMENTAS INDISPENSÁVEIS

As ferramentas de software que a SCOPUS fornece com o Nexus 4600 o tornam ainda mais poderosos e de uso mais fácil. O exclusivo programa de teste - Check-Up - possibilita ao próprio usuário, através de menus em tela, verificar o funcionamento de todas as unidades do sistema; o Cache de Disco acelera a gravação e leitura dos dados armazenados nos discos, melhorando o desempenho global da máquina; e o GME - Gerenciador de Memória Expandida - franqueia o acesso a largas porções de memória dentro de padrões adotados pelos mais importantes pacotes de software aplicativo existentes no mercado. Isso tudo,



sem falar no SISNEplus - o sistema operacional tipo PC-DOS de melhor desempenho no mercado brasileiro.

CERTEZA DE EVOLUÇÃO

Desde 1981, quando lançou seu primeiro microcomputador, a SCOPUS mantém a tradição de produzir equipamentos compatíveis, cujas características excedem àquelas do padrão internacional. Foi assim com o Nexus 2600 e 3600, compatíveis aos padrões PC-XT e PC-AT, e assim continua neste novo lançamento.

Se você leva a sério o processamento de dados em sua empresa, venha conhecer o Nexus 4600. Concebido e fabricado por quem não abre mão da qualidade. Em todos os detalhes. Nexus 4600, de fato, um supermicro. De respeito.

SCOPUS

Privilegiando a Qualidade

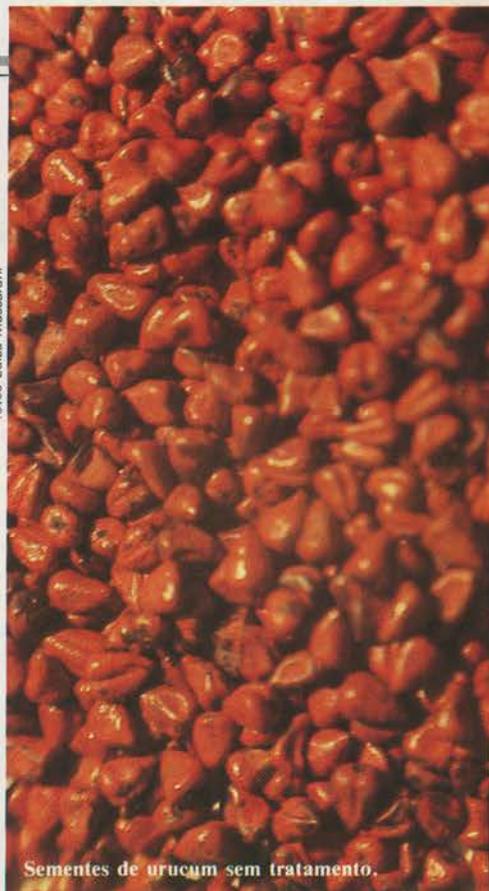
NO MERCADO DAS CORES

Os corantes utilizados em alimentos, remédios e cosméticos vêm sendo objeto de estudo e de grande controvérsia. Se por um lado tornam mais atraente um produto, ao reconstituir-lhe as cores perdidas no processo de fabricação, por outro, podem encobrir um mau estado de conservação ou contribuir para que sua composição seja falsificada. Testes toxicológicos realizados em diversos países, sob rigorosa vigilância da Organização Mundial de

Saúde (OMS), comprovaram que, dependendo do tipo e da quantidade consumida, os corantes podem provocar uma extensa gama de efeitos colaterais, como alergias, disritmias cardíacas, problemas circulatórios, gástricos e oftalmológicos, distúrbios da tireóide, câncer e mutações gênicas. Na indústria alimentícia, os corantes são usados em geral por motivos estéticos, pois não apresentam, em sua maioria, valor nutritivo algum: constituem basicamente uma estratégia de *marketing*.

O debate em torno do uso desses aditivos se concentra sobretudo nos corantes sintéticos, atualmente mais usados pela indústria alimentícia do que os naturais. Além do custo de produção mais baixo, os corantes artificiais possuem maior estabilidade e capacidade tintorial. O que se constata é que, a despeito dessas vantagens, o número de aditivos sintéticos permitidos nos países desenvolvidos vem diminuindo a cada ano. Recentemente a Austrália proi-

Fotos: Luisa Messarani



Sementes de urucum sem tratamento.



Corte longitudinal do fruto de urucum.

Embora o estudo dos corantes naturais não seja um campo de larga produção científica, alguns grupos de pesquisa empenham-se em identificar substâncias existentes em abundância no território brasileiro e que apresentem alto teor de colorante, para que uma produção industrial se torne rentável. Conhecem-se pesquisas com hibisco, líquens, casca de uva, ipê, urucum, cochonilha (corpos dissecados de fêmeas de insetos *Coccus cacti*), repolho-roxo, pimentão-vermelho, beterraba, hemoglobina de bovinos e suínos, vinagreira, e outras.

URUCUM: UMA COR BRASILEIRA

Entre os corantes até hoje estudados, destaca-se o urucum (*Bixa orellana*) pela sua inocuidade, coloração atrativa — as tonalidades amarelo, laranja e vermelho são as mais utilizadas na indústria alimentícia — e por ser um arbusto que cresce espontaneamente sobretudo desde a Guiana até a Bahia. Com uma coloração que varia do amarelo claro ao vermelho alaranjado, o extrato de urucum — resultante da reunião dos pigmentos que fazem parte da película que recobre as sementes — é comumente usado no Brasil na produção de maioneses, laticínios, massas, gelatinas, confeitos, balas, bebidas, cereais, sorvetes, tortas, molhos de tomate, pós para pudins e geléias, salsichas e sopas, além de cosméticos, medicamentos e têxteis.

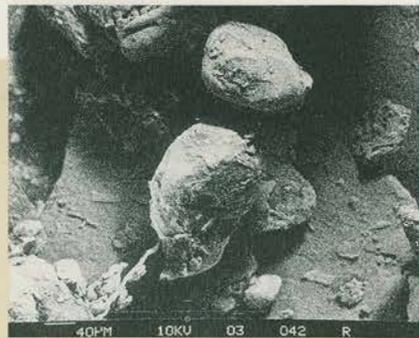
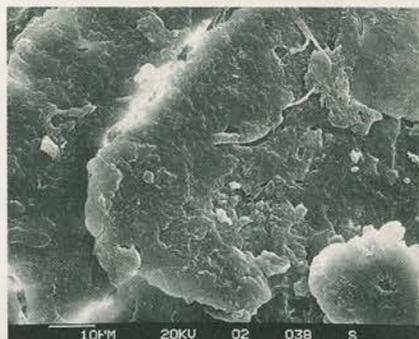
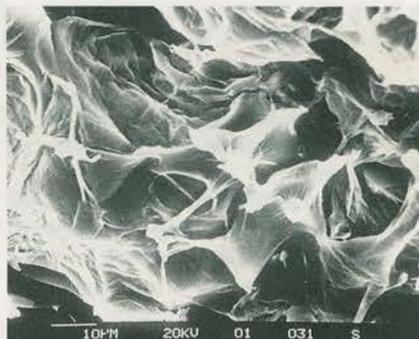
O corante principal presente nas sementes de urucum — a bixina — pertence à classe dos carotenóides. A vantagem desse pigmento é, segundo Ismênia Salignac de Guimarães, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), sua estabilidade à luz e ao calor, pois resiste a temperaturas de até cerca de cem graus centígrados. Na presença de oxigênio, sua

estabilidade é baixa; entretanto, a bixina pode ser empregada nos alimentos junto com antioxidantes, superando assim algumas desvantagens dos corantes sintéticos do tipo azo (grupo contendo átomos de nitrogênio com ligação dupla), que costumam sofrer descoloração. Levantamentos bibliográficos realizados pela pesquisadora da Embrapa indicam que administração oral de extrato de urucum a ratos, camundongos, cachorros e porcos não produziu efeitos tóxicos nem mesmo nas gerações seguintes. Nenhuma evidência de carcinogênese foi detectada.

As regiões de maior produtividade de urucum são a Índia, América Latina, África e Caribe, e seus principais mercados, Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão. O preço no mercado internacional varia de acordo com a percentagem de bixina presente nas sementes. Existem diversas variedades de urucum, mas como o seu plantio vem sendo feito no país de forma empírica ainda não foram obtidos resultados de pesquisa significativos. Sabe-se que o teor de bixina na semente pode variar desde índices baixíssimos (0,2%) até taxas consideradas ideais (4%)

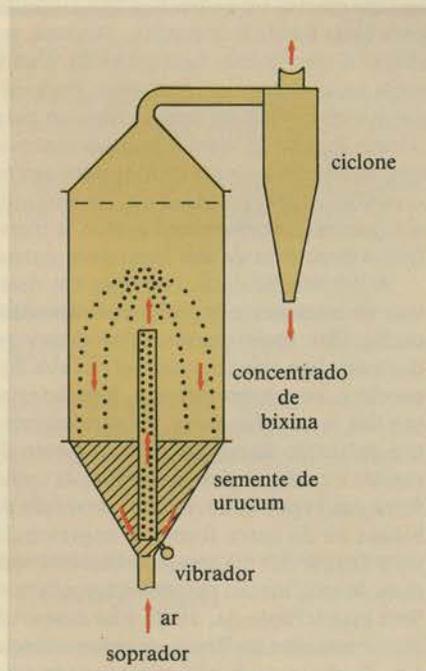
biu a circulação de todos eles; os Estados Unidos e o Japão prevêem sua retirada total do mercado até o início da próxima década.

A legislação brasileira para utilização de aditivos em alimentos foi definida em 1965 e, após uma série de alterações nos anos subseqüentes, ficou praticamente estacionada desde 1978. Só foi revisada pelo governo em janeiro de 1987, quando a Divisão Nacional da Vigilância Sanitária de Alimentos (Dinal) baixou a Portaria nº 2, reduzindo de 13 para oito o número de corantes permitidos para a indústria alimentícia. Os cinco aditivos proibidos — laranja GGN, amarelo ácido ou amarelo sólido, azul de indantreno RS ou azul de alizarina, escarlate GN e vermelho sólido E —, considerados nocivos para a saúde, foram retirados do mercado. Os oito restantes, atualmente aprovados para o consumo — vermelho 40, ponceau 4R, bordeaux S ou amarante, eritrosina, amarelo-crepúsculo, tartrazina, azul brilhante e indigotina —, são empregados em balas, sorvetes, gelatinas, geléias, gomas de mascar, leites aro-



fotos cedidas por Giulio Massarani

Fotos obtidas por microscopia eletrônica de varredura. As figuras mostram a semente virgem (A), a semente tratada (B) e o pó obtido no processo do leito de jorro cônico (C).



O leito de jorro cônico para obtenção de concentrado de bixina é constituído por uma coluna cilíndrica de base tronco-cônica. O ar penetra através de um orifício na extremidade inferior do leito, movimentando as sementes de urucum, que por atrito liberam o pó concentrado de bixina. Este é recolhido no ciclone.

ou 5%). Estudos da Embrapa demonstraram que as concentrações de bixina se elevam nas regiões Norte e Nordeste. O aumento no teor do pigmento foi atribuído à maior intensidade de irradiação solar e à umidade ambiental de tais regiões. As sementes consideradas de boa qualidade são aquelas que apresentam um teor mínimo de 2,5%.

Embora a bixina se concentre apenas na película que envolve as sementes, estas são levadas inteiras para as indústrias, onde são submetidas a métodos tradicionais de extração — químicos ou físicos — que requerem instalações com relativa capacitação tecnológica. Para evitar o transporte de peso morto, que encarece

matizados, licores, mingaus, proteína de soja, recheios e revestimentos de bombons, biscoitos e produtos de confeitaria, refrescos, refrigerantes, sobremesas, xaropes e outros. Apesar de liberados para a comercialização, esses aditivos estão sujeitos a limites. A legislação admite um valor máximo para sua ingestão diária, variável de acordo com o tipo empregado. Isso também vale para os corantes naturais, que devem ser submetidos a testes que provem sua inocuidade.

Com a já prevista eliminação dos corantes sintéticos em grande parte do mundo desenvolvido, começam a crescer os investimentos na produção de substâncias naturais. Abre-se aí uma nova brecha no mercado de alimentos, a ser ocupada pelos países que mais depressa responderem a essa chamada. Se o Brasil não tomar posição com urgência nessa corrida, estará perdendo uma grande oportunidade econômica no mercado externo.

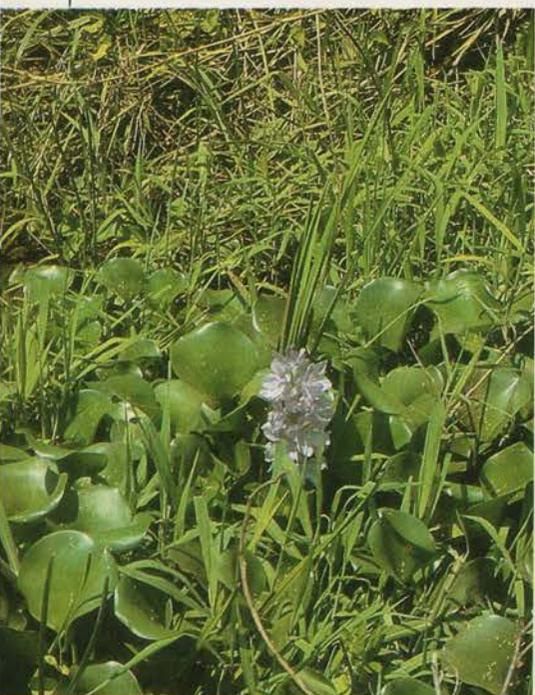
Alicia Ivanissevich e Luisa Massarani
Ciência Hoje, Rio de Janeiro

o processo como um todo, a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro desenvolveu uma técnica que permite separar, ainda no local do plantio, a camada em que o corante se concentra da parte da semente que não é utilizada. Criado por Giulio Massarani, o processo — mecânico — consiste na movimentação das sementes provocada pelo fluxo de ar dentro de um leito de jorro cônico (ver figura). O atrito entre as sementes permite a liberação de um pó com cerca de 20% de material corante. Este concentrado ainda não é um produto final, sendo necessário submetê-lo a procedimentos químicos ou físicos, embora mais simples que os tradicionais.

Além de eliminar o transporte de carga inútil, o emprego do leito de jorro cônico para extração de bixina requer um investimento inicial reduzido e, uma vez instalado, os gastos se limitam ao consumo de energia elétrica do equipamento. A peça mais cara do leito de jorro é o soprador, fabricado pela indústria nacional a um custo de menos de mil cruzados novos em maio de 1989. A estrutura básica, feita com chapas de ferro galvanizado, pode ser construída em caldeirarias de pequeno porte.

AGUAPÉ: SOLUÇÃO OU PROBLEMA?

Citado por alguns pesquisadores como endêmico da região amazônica, o aguapé (*Eichhornia crassipes*) — também conhecido por 'baronesa' ou 'jacinto d'água' — é uma espécie originária da região tropical da América do Sul, de onde se difundiu para os demais continentes. Sua introdução em áreas onde não ocorre naturalmente tem sido motivo de séria controvérsia: alguns insistem em apontar as vantagens de seu emprego — principalmente como poderosa arma na despoluição de grandes massas líquidas —, mas outros estão preocupados — sobretudo em razão de sua extraordinária capacidade reprodutiva — com os graves problemas ambientais que são capazes de provocar.



Aguapé (*Eichhornia crassipes*) em floração.

O aguapé reproduz-se por sementes, cuja longevidade pode alcançar até 15 anos, ou vegetativamente, a partir de pedaços da parte aérea (estolões), que possuem alta capacidade de regeneração, especialmente a forma flutuante fixa (ver 'Macrófitos aquáticos: as plantas fiscais', em *Ciência Hoje* n.º 41, p. 76). Já foram observados indivíduos com estolões de até seis metros de comprimento. Observou-se também que, após controle manual ou mecânico, há brotações mesmo abaixo da lâmina d'água.

Embora não suporte baixas temperaturas, a planta pode rebrotar rapidamente quando as condições ideais de temperatura se restabelecem.

A velocidade de crescimento e reprodução do aguapé está diretamente relacionada à disponibilidade de nutrientes e às condições de temperatura e luminosidade do ambiente. Trabalhos realizados em 1984 pelos pesquisadores norte-americanos K. R. Reddy, na Flórida, e John Bock, na Califórnia, revelaram que sua capacidade de remover nitrogênio e fósforo do meio, em condições controladas, é diferente numa e noutra região. Esse dado permite concluir que os resultados obtidos a partir do estudo da espécie num determinado ambiente não podem ser automaticamente extrapolados para outro.

A composição das proteínas e o conteúdo calórico do aguapé e de outros cultivos agrícolas são muito semelhantes. Análises de amostras de *E. crassipes*, *Pistia atratiotes* e *Hydrilla verticillata*, coletadas e estudadas na Carolina do Sul (EUA) pelo ecólogo norte-americano Claude E. Boyd, revelaram coeficientes de variação de calorias próximos a 6% e de proteína bruta em torno de 30%. Mais recentemente, o biólogo alemão Wolfgang Johannes Junk, atualmente trabalhando no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), encontrou valores nutritivos próximos a 11,4%, tomando como base valores médios da porcentagem de matéria seca em formas flutuantes livres de *E. crassipes* da região amazônica. Em 1986 os limnólogos brasileiros Francisco Esteves e Sidinei Magela Thomaz, da Universidade Federal de São Carlos (SP), mostraram que o valor energético da biomassa de *E. crassipes* coletados em reservatórios de São Paulo era superior ao da biomassa de indivíduos da mesma espécie coletados em lagoas costeiras do Rio de Janeiro, em razão da diferença de concentração de nutrientes (fosfato, nitrato e amônia, maior nos reservatórios) nos dois meios. Apesar desses estudos, não existem ainda informações detalhadas sobre as concentrações ideais de nutrientes para a espécie, o que é fundamental para explicar sua ocorrência apenas em determinados ambientes.

A utilização de aguapé em projetos paisagísticos, na despoluição de massas líquidas — graças à sua capacidade de absorver metais pesados, detergentes e agrotó-

xicos do meio —, na alimentação animal e humana, na produção de papel, adubo orgânico e biogás tem despertado o interesse de inúmeros pesquisadores e atraído considerável soma de recursos para a pesquisa. As restrições ao seu emprego nessas áreas também têm merecido a atenção dos que investigam o tema.

Sabe-se que a capacidade de o aguapé absorver metais pesados é proporcional à sua biomassa aérea (partes flutuantes) e varia em função das condições do meio em que se encontra. A espécie absorve esses metais até determinada concentração, retendo-os nas 'raízes', para evitar o comprometimento de sua parte aérea. Quando o indivíduo, ou parte dele, morre, os metais absorvidos são novamente liberados para o meio líquido. Os metais concentrados na biomassa aérea do aguapé podem ser recuperados por processos químicos, empregando-se catalisadores, e reutilizados para outras finalidades. Porém, o volume dos metais concentrados no aguapé precisa ser quantificado e avaliado para cada local. É necessário também verificar a que formas biológicas da planta estão relacionados os resultados. Para evitar que os indivíduos mortos liberem para o meio líquido os metais pesados absorvidos, eles devem ser removidos para aterro sanitário. É preciso observar, no entanto, que com esse procedimento apenas se transfere o problema de um local para outro.

A introdução de *E. crassipes* em sistemas de tratamento e purificação de massas líquidas, como esgotos domésticos e industriais, tem sido responsável por sua dispersão e, conseqüentemente, pela infestação das áreas adjacentes. Se paralelamente à utilização da espécie no tratamento de massas líquidas se deseja reutilizá-la como forragem para o gado, adubo, produção de biogás ou de outra forma, é imprescindível a análise das plantas para detectar resíduos de sais, metais pesados e agrotóxicos. Sem essa tecnologia, ainda não desenvolvida a contento no Brasil, os riscos ambientais decorrentes de seu reaproveitamento são imprevisíveis.

Ao se optar pelo emprego do aguapé como matéria-prima para a produção de biogás, deve-se levar em conta a infra-estrutura que sua produção e armazenamento requerem. De acordo com dados divulgados pela revista *Globo Rural* em junho de

1988, pesquisadores da Centrais Elétricas de São Paulo (CESP) observaram numa estação-piloto da empresa que um hectare de aguapé pode gerar, por dia, até 33 metros cúbicos de biogás. Trata-se de uma mistura de metano, gás carbônico, hidrogênio, nitrogênio e gás sulfídrico que, em razão das diferentes particularidades químicas de cada um desses gases, requer recipientes adequados para a sua produção, armazenamento e distribuição. Pesquisas com essa finalidade estão atualmente em curso na Alemanha Ocidental. Se a massa de aguapé introduzida no biodigestor tiver sido adubada com substâncias contendo fosfato, poderá ocorrer a produção de um gás altamente tóxico, a fosfina, razão pela qual se devem tomar medidas cautelares para impedir a contaminação do ambiente.

A uma temperatura próxima de 27°C, com condições de luminosidade favoráveis e disponibilidade de nutrientes (em especial nitrogênio e fósforo), a produção de aguapés pode alcançar, por ano, 150 toneladas por hectare. No município paulista de Americana, essa média foi amplamente superada: um único hectare chegou a produzir cerca de 400 toneladas de massa verde. Segundo Bock, em condições favoráveis o número de indivíduos pode dobrar a cada 15 dias. Em Yaekana, na África, dois únicos indivíduos se multiplicaram em 1.200 em pouco mais de quatro meses.

Em razão de sua elevada capacidade de ocupar novos ambientes e de sua alta taxa de crescimento e reprodução, os aguapés têm provocado sérios problemas ao meio ambiente: impedimento à navegação; formação de habitat propício a vetores de doenças como malária, febre amarela, dengue e esquistossomose; assoreamento e eutrofização de reservatórios; obstrução dos sistemas de captação d'água para abastecimento doméstico, de turbinas, canais de irrigação e drenagem; aumento da taxa de evaporação normal das águas; competição com os cultivos irrigados e com as populações de peixes, fitoplâncton, zooplâncton e bênton. Não é pois sem razão que vários países se têm empenhado arduamente na busca de alternativas para o controle da espécie.

A literatura registra casos de reservatórios e rios infestados por aguapés nas mais diversas regiões do mundo. Em apenas dois anos, cerca de 22 mil hectares do reservatório de Brokondo, no Suriname, ficaram totalmente infestados. Introduzido em 1984 no reservatório de Daule-Peripa, no Equador, o aguapé já tomou 24 mil hectares de



fotos Gilberto Pedralli

Lagoa marginal ao rio Grande, nas proximidades de Uberaba (MG), infestada de aguapés.

sua superfície. Três anos depois de chegar ao rio Congo, em 1952, dispersou-se por 1.600 quilômetros e, em 1954, começou a causar problemas à navegação: as bóias sinalizadoras ficaram submersas e os canais foram cobertos pela planta. Em muitos locais a pesca ficou seriamente prejudicada, pois os aguapés cobriam densamente a superfície do rio, reduzindo a luminosidade e o aporte de oxigênio. No rio Nilo, próximo a Cartum, no Sudão, tomaram cerca de 1,2 milhão hectares em apenas sete anos (1959-1965). Toda a superfície do reservatório de Belver, em Portugal, ficou coberta, em 1976, por essa espécie, que também vem causando problemas nas barragens Urra I e Urra II, na Colômbia. Ocupa atualmente uma área de mais de dois mil quilômetros quadrados em rios da Índia, Paquistão, Sri Lanka e Birmânia.

No Brasil, populações de *E. crassipes* ocorrem naturalmente sobretudo nos rios Amazonas, Guaporé, Mamoré, Madeira e Paraguai e em lagoas litorâneas, desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul. Ultimamente, no entanto, sua introdução por ação do homem em muitos outros rios, lagoas e reservatórios vem se dando de modo acelerado e sem levar em conta critérios técnicos. Os aguapés vêm causando severas alterações no sistema ecológico de represas, principalmente as do Lobo, Broa, Billings, Barra Bonita e Americana, em São Paulo, e Pampulha, em Minas Gerais. Nesses ambientes, a eutrofização artificial é responsável por sua proliferação em larga escala (ver 'Ambiente, represas e barragens', em *Ciência Hoje* n.º 27). Há informações também de que sua dispersão vem ocorrendo de modo acelerado no reserva-

tório de Itaipu. Recentemente observou-se na represa João Penido, em Juiz de Fora (MG), a formação de ilhas de aguapé flutuantes, que causam sérios problemas ao se deslocar e bloquear o sistema de captação de água.

Na bacia do rio Grande, na divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, a espécie foi introduzida em 1986, em lagoas para tratamento de vinhoto (subproduto da produção de álcool) e efluentes líquidos contendo fósforo, resultante do processo de industrialização do fosfato. Seis meses mais tarde, toda a superfície de uma dessas lagoas — de aproximadamente 700 metros de largura por três quilômetros de comprimento — estava tomada pela planta. Em um ano ela se disseminou ao longo de 35 quilômetros do rio, e hoje já se encontram indivíduos a cem metros da barragem do reservatório de Volta Grande.

Para se conhecer em profundidade o comportamento dos aguapés, é preciso manejá-los, com monitoramento adequado, em pequenos tanques e lagoas, cujas condições limnológicas sejam bem conhecidas. O controle de microsistemas pode fornecer informações valiosas ao desenvolvimento de técnicas aplicáveis a sistemas de grande porte. Isso, no entanto, não é o que se tem verificado em nosso país, que, para se tornar auto-suficiente nessa matéria, deve investir maciçamente em pesquisa e treinamento de pessoal. Só assim poderemos, em prazo mais curto, estar aptos a resolver problemas oriundos do uso inadequado de nossos recursos ambientais.

Gilberto Pedralli

Setor de Ecossistemas, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

COMO VÃO AS MULHERES EM C&T

Por ampla maioria, as participantes da primeira conferência internacional sobre 'O papel das mulheres no desenvolvimento da ciência e da tecnologia' — realizada recentemente em Trieste (Itália), sob patrocínio da Academia de Ciências do Terceiro Mundo (TWAS) e do governo canadense — foram contra a criação de uma associação exclusiva para mulheres cientistas, por considerar que tal iniciativa seria segregacionista, discriminatória e enfraquecedora da posição da mulher cientista. Embora as delegações africanas, asiáticas, dos países árabes e muçulmanos (com exceção do Irã) tenham apoiado a proposta, a representação da América Latina e Caribe, mais forte, conseguiu adiar uma decisão para a próxima reunião da TWAS, em outubro próximo, na Colômbia.

Esse debate foi o episódio mais polêmico da reunião de cinco dias, em que parte do tempo foi reservada à discussão da situação das mulheres cientistas nos países em desenvolvimento e parte à apresentação de trabalhos científicos. A química britânica Dorothy Crowfoot Hodgkin (Nobel de 1964) e a médica italiana Rita Levi-Montalcini (Nobel de 1986) foram uma espécie de símbolo para as demais 248 participantes do encontro. A primeira contou sua luta nos primeiros anos para trabalhar numa área predominantemente masculina, a segunda falou sobre mulheres cientistas ausentes dos livros de história da ciência e a perpetuação do mito da superioridade masculina em capacidade mental.

Os objetivos da conferência eram identificar e divulgar as conquistas das mulheres em várias áreas de c&t, avaliar o *status* que têm em seus países e formular recomendações para ampliar e melhorar seu papel no desenvolvimento da ciência. Nas plenárias, cientistas mulheres relataram suas carreiras, lutas e triunfos, apresentando estudos estatísticos sobre seus países. Christiane Dosne Pasqualini, relatora do grupo América Latina/Caribe, assinalou que na Argentina, em 30 anos, o percentual de graduadas nas universidades passou de 14% para 51% mas que apenas 9% dos professores universitários são mulheres.

Na discussão sobre os problemas enfrentados pelas mulheres quando perseveram na carreira científica ficou evidente que algumas dificuldades independem do grau de desenvolvimento econômico de seus países, tendo origens socioculturais. Elizabeth

Mann-Borgese (filha do escritor alemão Thomas Mann e autora de um livro sobre a mulher na ciência) abordou em profundidade a situação das profissionais no mundo desenvolvido. Ela afirmou que "enquanto se esperar das mulheres que ponham sua carreira em segundo lugar, não haverá igualdade na ciência". A maior disponibilidade de empregos em tempo parcial e os avanços na área de informática, que permitirão às cientistas trabalhar mais tempo em casa, são perspectivas que lhe dão alguma esperança no futuro.

Cada participante apresentou um trabalho para publicação em livro pela TWAS. Em análise da situação da mulher cientista no Brasil, defendemos a tese de que em nosso país não há discriminação, pois o acesso à universidade e outras instituições científicas é por concurso público, o que garante igualdade de condições para ingresso na vida acadêmica. Não nos preocupamos em discutir exceções, como o 'apadrinhamento político' e o 'jeitinho brasileiro', já que são casos raros. No entanto, chamamos atenção para o fato de que a produtividade acadêmica não é condição obrigatória à progressão horizontal, podendo um professor chegar a adjunto por tempo de serviço e se aposentar sem nada produzir. Também assinalamos que a mulher brasileira dificilmente ocupa posição de liderança científica ou participa da política de decisões, mais por fatores socioculturais do que por falta de capacidade. Embora a cientista brasileira ainda possa contar com a ajuda de serviços — praticamente inacessíveis às colegas dos países desenvolvidos — todo o ônus da responsabilidade doméstica lhe cabe.

Mas o debate não se limitou ao que os homens chamam de 'cri-cri' (crianças, criadas): a presença de cientistas de várias partes do mundo, de diversas culturas e especialidades favoreceu a troca de informações científicas. A brasileira Johanna Dobereiner, que presidiu a comissão organizadora da conferência, falou sobre bactérias fixadoras de nitrogênio no cultivo de gramíneas no Brasil; Hu Qiheng, da China, sobre a quinta geração de computadores; S.A. Temtamy, do Egito, sobre genética humana, assinalando que 75% dos defeitos de nascimento ocorrem no Terceiro Mundo e apenas 25% deles são genéticos; D.W. Zewdie, da Etiópia, expôs a situação da AIDS em seu país.

Integraram a delegação brasileira as cientistas Eliane Azevedo (Universidade Federal da Bahia), Helena Maria Calil e Eline Sant'Anna Prado (Escola Paulista de Medicina); Lea Camillo-Coura (Academia Brasileira de Medicina); Hilda Cerdeira (Instituto de Física/Unicamp); Eloisa Biasolo Mano e Lucia Previato (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Victoria Rossetti (Instituto Biológico de São Paulo); Fanny Tabak (Pontifícia Universidade Católica); Alaidés Puppín Ruschel, Maria Cristina Prata Neves e Johanna Dobereiner (Embrapa).

O nível da ciência feita na América Latina manifestou-se como o mais homogêneo; as cientistas africanas revelaram um quadro por vezes estarrecedor, que as coloca numa posição política oposta à das latino-americanas com relação às recomendações gerais e propostas que concluíram o encontro. No Egito, disse Farkhonda Hassan, é difícil para uma mulher a carreira científica e só em 1956 os direitos passaram a ser iguais para ambos os sexos; em Gana, segundo A.A. Andam, a fobia à matemática ainda é um obstáculo à presença de mulheres na física, outro é o medo de não casar e ficar dependente da família. E.A. Bari contou que no Sudão só em 1945 as mulheres tiveram acesso à universidade, mas que as cientistas ainda sofrem um estigma social: "Nosso problema não é a educação das mulheres, mas a dos homens. Somos um país com mais de 500 dialetos, assolado pela guerra civil, a fome, as secas e as enchentes." Em muitos países africanos não existe educação formal para as meninas.

Foi curioso observar como a delegação de mulheres iranianas mobilizou a imprensa em Trieste. Em seus trajes pesados, azuis, pretos e marrons, elas pareciam monjas, mostrando apenas as mãos e parte dos rostos. Surprenderam, porém, por não apoiar a fundação da sociedade para mulheres cientistas. Como a maioria, opinaram que as verbas disponíveis na TWAS seriam mais bem aplicadas se financiassem, por exemplo, a formação de jovens cientistas e apoiassem projetos originais de pesquisa no Terceiro Mundo.

Antoniana Ursine Krettl

Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Minas Gerais, e
Centro de Pesquisas René Rachou/Fiocruz

HISTÓRIA MAL CONTADA

O governador de Minas Gerais, Newton Cardoso, decidiu documentar para a posteridade a sua versão da história do estado. Em meados de abril, entre os atos comemorativos do bicentenário da Inconfidência Mineira, o governador lacrou uma urna onde foram depositados documentos, recortes de jornais e mensagens de autoridades políticas, para que fosse enterrada junto às ruínas da estalagem do inconfidente João da Costa Rodrigues, no sítio de Varginha do Lourenço (MG). O ato provocou protestos dos historiadores mineiros. A seção regional da Associação Nacional de Professores de História divulgou documento acusando Newton Cardoso de "utilizar a memória do povo para fins políticos e para enaltecer sua própria imagem". Segundo eles, a documentação que o governador mineiro deixou para o futuro pode estar falseando os acontecimentos presentes.

VACINA TRÍPLICE PARANAENSE

Com o repasse de NCz\$ 1,3 milhão, correspondente à primeira parcela do convênio entre o Ministério da Saúde e o Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), iniciou-se este mês a execução do projeto de produção de vacina tríplice no Paraná. Já foi definido um local junto às instalações do Tecpar, no Juvevê, para construção do laboratório, bem como o prédio onde será instalado o sistema de controle de qualidade. Uma equipe presidida pelo farmacêutico e bioquímico João Repka foi encarregada de estabelecer critérios científi-



foto Luisa Massarani

cos e técnicos de construção do laboratório, cujo projeto arquitetônico será definido em concurso público. O Tecpar está adquirindo, inicialmente, os equipamentos destinados à área de controle e ao envase. No decorrer do ano, a equipe do instituto fará treinamento no Chile. A produção de oito milhões de doses por ano, atendendo a 33% da demanda nacional, está prevista para começar em 1990.

GANGORRA PERVERSA

O governo perdeu o controle do déficit público. Na primeira semana de maio, técnicos do Ministério do Planejamento o calculavam em mais de 5% do Produto Interno Bruto (PIB). Enquanto isso, o IBGE divulgava a taxa de variação do PIB de 1988 que, em termos reais, ficou em -0,3% (o terceiro resultado negativo da década de 1980). O crescimento médio do PIB de 1980 a 1989 foi de 2,8%, muito distante do patamar de 7% que marcou o crescimento econômico brasileiro nas primeiras décadas do pós-guerra. Estima-se que, em termos nominais, o valor do PIB seja de NCz\$ 92,9 trilhões e a renda *per capita* de NCz\$ 643 (equivalentes, em abril, a 37 salários mínimos por ano). Em 1988, a atividade agropecuária teve um decréscimo de 0,4%, com a queda de 1,7% na produção vegetal. A atividade industrial também ficou com taxa negativa (-2,5%), a maior queda ocorrendo na indústria de transformação (-3,4%) e o maior crescimento nos serviços de utilidade pública (6,3%). O setor de serviços cresceu 2,2%, sendo o maior valor relativo às comunicações. O comércio, considerado item mais importante, apresentou uma taxa de -2,8%.

A COBRA E O URSO

A empresa Cobra Computadores vai projetar um novo supermicro em sociedade com a URSS. A idéia é desenvolver uma nova arquitetura de computadores, a partir de componentes disponíveis para os soviéticos. Como todos os países socialistas, a URSS sofre restrições por parte dos EUA para aquisição de componentes eletrônicos. Uma nova arquitetura significaria para aquele país a solução dos problemas legais impostos pelos norte-americanos. A máquina, que será fabricada na URSS, deverá ter

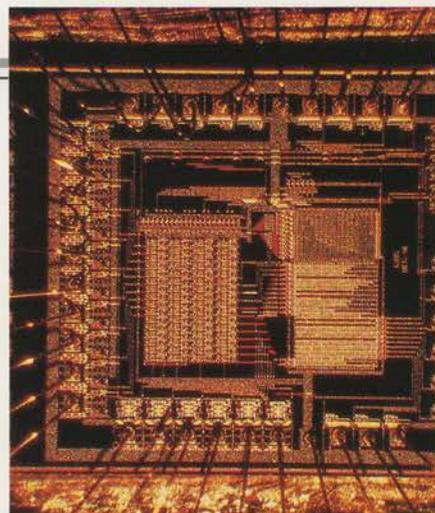


foto Dick Welton

um microprocessador soviético e um sistema operacional criado a partir do SOX, marca da Cobra. Para Antônio Paulo Ramos da Silva, diretor industrial da Cobra, o desenvolvimento de projetos conjuntos mostra que o Brasil começa a ser visto como parceiro tecnológico de nível internacional. Um próximo encontro para o acerto de negociações está marcado para este mês, estando o início das operações previsto para julho.

BOM PROJETO EM SEGREDO

O Banco Mundial concedeu ao governo do estado do Paraná um empréstimo de 128 milhões de dólares, que cobrirá 15% da construção da usina de Segredo, no rio Iguaçu. Para garantir a obtenção desses recursos num momento em que as agências internacionais levantam tantos obstáculos à construção de barragens, a equipe técnica da Companhia Paraense de Energia Elétrica (Copel), chefiada pelo engenheiro Gilson Beckert, elaborou um projeto em que toda atenção foi dada aos aspectos ecológicos. Com um reservatório de pequeno porte, a usina conseguirá uma elevada produção de energia (1.250 megawatts por 62 km² inundados). A obra está sendo executada em áreas pobres em aproveitamento agrícola, onde a população a ser deslocada é reduzida, considerando-se que a densidade demográfica da região é de 14 habitantes por quilômetro quadrado, menos de 1/4 da densidade média do estado. Além disso, o projeto de Segredo aproveitou as experiências anteriores de outras usinas no Iguaçu para elaboração de 23 programas ambientais, que já estão sendo postos em prática. Comparada a Balbina, que inundou uma área de 2.400 km² para obter 250 megawatts de energia, Segredo parece pertencer a outro país.

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

Secretaria: Av. Veneslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846, 295-4442, 275-8795. Telex: (021) 36952.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ); César Queiroz Benjamim (editor associado); Ildeu de Castro Moreira e Ary Sergio Ramoa (editores convidados).

Editora Assistente: Cilene Vieira.

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Erney P. Camargo (Instituto de Ciências Biológicas, USP), Isaac Kerstenetzky (Departamento de História, PUC/RJ), José C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Luis Rodolpho R. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Sergio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), Sergio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Silvano Santiago (Departamento de Letras, PUC/RJ).

Secretaria de Redação: Alicia Palacios (secretária), Cláudio Costa Carvalho.

Edição de Texto: Maria Inez Duque Estrada (editora de texto), Regina Ferreira (revisora).

Jornalismo: Alicia Ivanishevich, Luisa Massarani, Sergio Portella.

Edição de Arte: Patricia Galliez de Salles (diretora de arte), Lillian de Abreu Mota (assistente de direção), Christiane Abbade e Denise Arnizade de Mattos (diagramadoras), Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista), Marta Rodrigues (arte-finalista).

Administração: Elsa M. Roberto Parreira e Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerentes), Neuz Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Lucia H. Rodrigues, Pedro Paulo de Souza, Carmen Lucia Gonçalves Leal.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Paulo Henrique G. Fonseca (programador), Moisés V. dos Santos (chefe de expedição), Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Janair do Nascimento Fonseca, José A. Vianna, José Correia da Silva, Marly Onorato, Maria do Rosário, Manoel Antonio Grozima Aguiar, Ricardo Francisco Alves, Valmir Narciso Vidal. Tel.: (021) 270-0548.

Departamento Comercial: Álvaro Roberto S. Moraes (gerente), Irani F. Araújo (secretária).

Encarte Infantil (bimestral): Guaracira Gouvêa (coordenadora), Ângela R. Vianna (editora de texto), Gian Calvi (diretor de arte).

Colaboraram neste número: Abraham Palatnik (ilustração); Luis Massarani e Ana Regina Nogueira (fotografia); Alicia Palacios e Mercedes Viegas (pesquisa iconográfica); Elisa Sankuevitz (revisão); Jorge William Nacari (arte-final); Maria Luiza X. de A. Borges (edição de texto).

Capa: Obra do artista plástico Abraham Palatnik. Foto Ana Regina Nogueira.

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração, UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas, USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallemebeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), 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 Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia, EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências, UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica, CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moysés Nussenzveig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFPR), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências, UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental, UFPE), Sylvio Ferraz Melo (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise Souza Muniz e Maria Adelaide Nagem Moreira — Depto. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG. C. Postal 2486, CEP 31160, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lúcia Maciel, Luiz Martins — Depto. de Sociologia, UnB — ICC — Ala Centro — Campus Universitário — 70910 — Brasília, tel.: (061) 273-6571.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina Del Vecchio de Lima — Travessa Alfredo Bufen, 140, subsolo, CEP 80020, tel.: (041) 233-8619.

Sucursal Florianópolis: Walter Celso Lima, Vania Aparecida Mattoso — UFSC, Caixa Postal, 476, CEP 88049, tels.: (0482) 33-9594, tel.: (0482) 240.

Sucursal Porto Alegre: Edmundo Kanan Marques, José Secundino da Fonseca — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS — CEP 90040, tel.: (0512) 27-5529.

Sucursal Recife: Sergio M. Rezende, Marly Sylvia Fonseca Magalhães, Cristina Teixeira V. de Mello (estagiária) — Praça das Cinco Pontas, 321, 1º andar, São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-8511.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Nelson Studart Filho, Carlos D'Alkaine, Angelo Cesar Piasse — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, rua Nova de Julho, 1.227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita da Costa, Wilson Racy Jr., Glaucio Climerio Lobão — Av. Professor Luciano Gualberto, 374 — Antigo Prédio da Reitoria, Cidade Universitária, CEP 05508, tel.: (011) 814-6656 e 813-6944 ramal 446.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fabiola de Oliveira — Av. dos Astronautas, 1.758, Caixa Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos (SP), tel.: (0123) 22-9977 ramal 364.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835 — Cuerpo A — 5º "A" — (1193) Capital Federal — tel.: (00541) 961-1824 e 962-1330. Neste endereço pode adquirir-se *Ciência Hoje* (preço sujeito a confirmação). Na sede de *Ciência Hoje* pode adquirir-se *Ciencia Hoy* por NCz\$ 4,00 ou assinar (6 números) por NCz\$ 20,00.

Assinaturas: Brasil (11 números): NCz\$ 40,00. América Latina e África (11 números): US\$ 40,00 (superfície) e US\$ 80,00 (aérea). EUA e Europa (11 números): US\$ 50,00 (superfície) e US\$ 100,00 (aérea). Número atrasado: NCz\$ 4,00.

ISS-0101-8515. Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Renart Fotografia Gráfica e Composição Ltda. **Fotolito:** Graficolor Reproduções Gráficas Ltda. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Ministério da Educação (MEC) e a VITAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social.** *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Publicidade: Rudiger Ludemann, Douglas Sampaio Venditti e Jorge Farrah, rua Gal. Jardim, 618 — 2º andar — conj. 21, São Paulo, tel.: (011) 259-5399; Rio de Janeiro, tel.: (021) 295-4846, Brasília, tel.: (061) 224-8760.



A SBPC — Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência — tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país; promover e facilitar a cooperação entre os pesquisadores; zelar pela manutenção de elevado padrão de ética entre os cientistas; defender os interesses dos cientistas, pelo reconhecimento de sua operosidade, respeito à sua pessoa, liberdade de pesquisa e de opinião, bem como do seu direito aos meios necessários à realização de seu trabalho; lutar pela remoção de empecilhos e incompreensões que embarcam o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congrega pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem a objetivos semelhantes; representar aos poderes públicos ou a entidades particulares, solicitando medidas referentes aos objetivos da Sociedade; incentivar e estimular o interesse do público em relação à ciência e à cultura; e atender a outros objetivos que não colidam com seus estatutos.

Atividades da SBPC. A SBPC organiza e promove reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm oportunidade de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que pode participar dos debates. Assuntos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948, a SBPC reúne hoje mais de 20.000 associados, e em suas reuniões apresenta cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realiza 250 mesas-redondas, cursos e conferências. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

A SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*. São publicados suplementos durante as reuniões anuais, contendo os resumos

dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a SBPC tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios que organiza periodicamente.

O corpo de associados. 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 a revista *Ciência e Cultura* e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*. **Sede nacional:** Rua Pedroso de Moraes, 1.512, Pinheiros, S. Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **AC** — Univ. Federal do Acre, Depto. de Ciências da Natureza, BR 364 km 5, tel.: 266-1422 ramal 111 ou 145 (Mauro Luiz Aldrigue); **AL** — Univ. Federal de Alagoas — CCBI, Depto. de Biologia — Praça Afrânio Jorge, s/nº — Prado — Maceió (Fábio José Castelo Branco Costa); **AM** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1.756, tel.: 236-9400 ramal 136 (Adalberto Luis Val); **BA** — Univ. Federal da Bahia, Instituto de Física, Campus Universitário da Federação, tels.: 247-2714 e 247-0646 (Caio Mário Castro Castilho); **CE** — Univ. Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, C. Postal 12155, Benfica, 60.000, Fortaleza — CE, tel.: 227-2420 (Marcus Raimundo Vale); **Curitiba** (seccional) — Univ. Federal do Paraná, Instituto de Bioquímica, C. Postal 939 (Glaci Therezinha Zancan); **DF** — Univ. de Brasília, Instituto Central de Ciências, Bl. A, sobrelupa, sala 301, tel.: 273-4780 (João Luis Homem de Carvalho); **ES** — Univ. Federal do Espírito Santo, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 227-4733 ramal 267 (Klinger Marcos Barbosa Alves); **GO** — Univ. Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, tel.: 261-0333 r. 150 ou 152 (Joachim Tomé de Souza); **Londrina** (seccional) — Univ. Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Geral, C. Postal 6001, tel.: 27-5151 ramal 247 ou 477 (Ana Odete Santos Vieira); **MA** — Rua Andaraí, 11 Quadra P. S. Francisco, tel.: 222-4338 (Vera Lúcia Rolim Sales);

MT — C. Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); **MS** — C. Postal 189 (Wilson Ferreira de Melo); **MG** — Rua Piemontese, 590, tel.: 441-2541 (Ewaldo Mello de Carvalho); **PA** — Rua Olaria, Conj. Orquidea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olaiva de Faria Galvão); **PB** — Univ. Federal da Paraíba, C. Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunes-maia); **PR** — Univ. Estadual de Maringá, av. Colombo, 3.690, tel.: 22-4242 ramal 313 ou 265 (Ueslei Teodoro); **Pelotas** (seccional) — Univ. Federal de Pelotas, Depto. de Ciências dos Alimentos (José Antônio G. Aleixo); **PE** — Prédio do CNPq, ANE 1º andar, Pç. das Cinco Pontas, 321, S. José, tel.: 224-8511 (Luiz Antônio Marcuschi); **PI** — Rua Prof. Darcy Araújo, 1.639, São Cristóvão, tels.: 232-1212 ou 232-1211 ramal 250 (Manoel Chaves Filho); **RN** — Univ. Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas, Depto. de Informática, Campus Universitário — Natal (Pedro Fernandes Maia); **RS** — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS, tel.: 27-5529 (Bazília C. de Souza); **RJ** — Av. Veneslau Brás, 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Roberto dos Santos Bartholo Júnior); **RO** — Univ. de Rondônia, av. Presidente Dutra, s/nº, tel.: 223-3262 ramal 33 (Sebastião L. dos Santos); **SP** (subárea I) — Univ. de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Depto. de Geografia, C. Postal 8105, tel.: 262-6314 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto. de Genética, C. Postal 83, Piracicaba, tel.: 33-0011 ramal 125 ou 126 (Geraldo Antonio Tosello); **SP** (subárea III) — Univ. Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, tel.: 22-4000 ramal 229 ou 230 (Sarmira Miguel Campos de Araújo); **SC** — Univ. Regional de Blumenau, rua Antônio da Veiga, 140, C. Postal 7-E, tel.: 22-8288 ramal 33 (Ivo Marcos Theis); **Santa Maria** (seccional) — Univ. Federal de Santa Maria, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 226-1616 ramal 2.137 ou 2.455 (Ronaldo Mota); **SE** — Rua Hemetrio Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1331 (Maria Helena Santa Cruz).

**Viaje
bem.
Viaje
Vasp.**



VASP

O futuro vai ter a cara do que for feito agora.

Denise



3º Prêmio Nacional de Ecologia. Participe.

A defesa da ecologia ainda está engatinhando em nosso país. Mas é preciso pensar no futuro. Por isso, a Companhia Vale do Rio Doce e a Petrobrás estão lançando, com o apoio do CNPq e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis, IBAMA, o 3º Prêmio Nacional de Ecologia. Um prêmio para recompensar e incentivar pesquisadores e estudiosos que apresentarem os melhores projetos em socorro à Natureza e em defesa da vida em nosso planeta. Porque CVRD e Petrobrás são empresas que acreditam que o equilíbrio entre meio ambiente e desenvolvimento econômico deve ser

mantido a qualquer preço.

E que uma política de preservação que combata a erosão, proteja as espécies animais, faça reflorestamento em áreas devastadas e incentive a defesa da Natureza é responsabilidade de toda grande empresa que atue em nosso país. As inscrições para o 3º Prêmio Nacional de Ecologia já estão abertas. Ligue para (061) 274-1155, R.: 222 e peça o regulamento. Ou escreva para o CNPq: SEPN, Quadra 507 - Bloco B - 2º and., Cx. Postal 6186 - CEP 70740, Brasília, DF. Participe. Ajude a defender a sobrevivência da espécie humana.



Companhia
Vale do Rio Doce

MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA



PETROBRÁS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

SCT-PR/CNPq

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

MINISTERIO DO INTERIOR

IBAMA

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE
E DOS RECURSOS NATURAIS E RENOVÁVEIS