

**ENCARTE
INFANTIL**

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 6 N° 33 Julho de 1987 Cz\$ 75,00

O INÍCIO E O FIM DO UNIVERSO

Manaus e Rio Branco (via aérea) Cz\$ 97,50



**Soja:
proteína
para milhões**

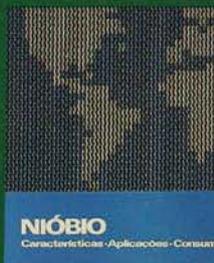
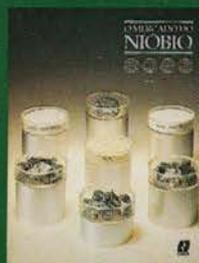
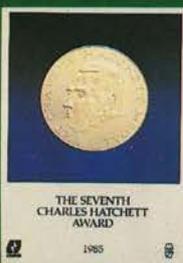
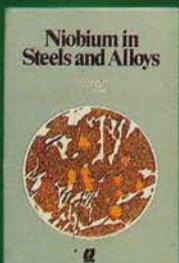
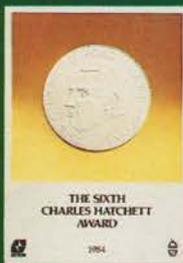
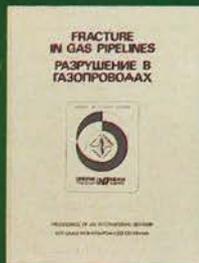
**Caminhos do
desarmamento
nuclear**



CBMM

COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO

Publicações
Técnicas
Editadas
Pela
CBMM



PRESENTE NO CENÁRIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Em seu parque industrial localizado em Araxá, MG, a CBMM produz:

- Óxido de Nióbio (Nb_2O_5)
- Nb_2O_5 grau ótico
- Nb_2O_5 grau cristal
- Ferro Nióbio
- Ferro Nióbio de Alta Pureza
- Níquel Nióbio

Produtos prontos para utilização por outros setores industriais.



Sede:

Córrego da Mata, s/n.º
Caixa Postal 8
Cep. 38180 - Araxá - MG
Fone: (034) 661.1544 - Telex: (034) 3355
CBMM BR

Escritórios:

São Paulo
Av. Presid. Juscelino Kubitschek, 1703
Caixa Postal, 19140
Cep. 04543 - São Paulo - SP
Fone: (011) 814.0022 - Telex: (011) 25683
CBMM BR
Belo Horizonte
Rua Guajajaras, 40 - 6.º andar - sala 4.
30180 Belo Horizonte, MG.
Tels. (031) 226-2811 e 226-2120.

Escritórios no Exterior

Düsseldorf - Alemanha
Pittsburgh - EUA
Tóquio - Japão



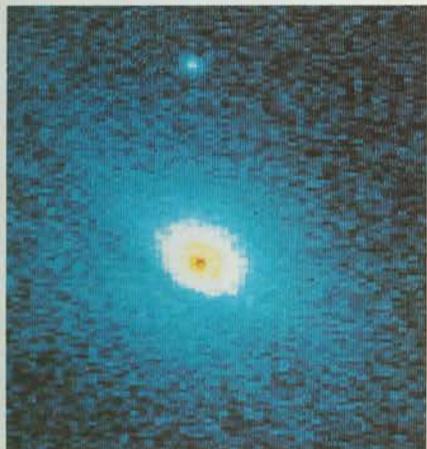
25

SOJA: PROTEÍNA PARA MILHÕES

25

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

Somos o segundo maior produtor mundial de um alimento que apresenta 40% de proteína em sua composição. Mas ele permanece afastado da nossa dieta normal.



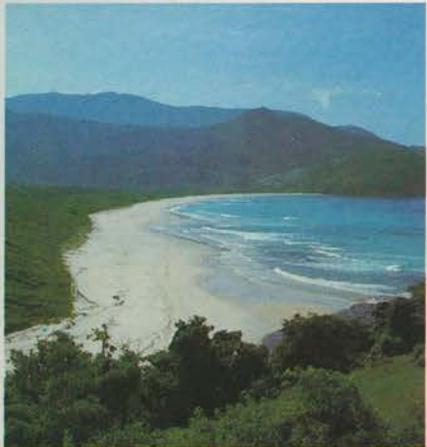
32

O INÍCIO E O FIM

32

Gil da Costa Marques

Parece que tudo começou numa grande explosão ocorrida há cerca de 20 bilhões de anos atrás. Desde então o universo se expande, num processo que pode perdurar para sempre ou reverter-se em futuro longínquo.



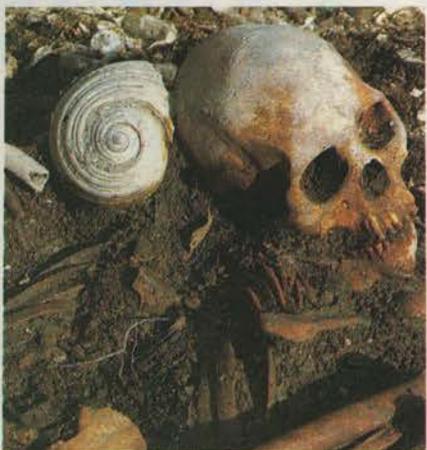
42

SAMBAQUIS NA PRÉ-HISTÓRIA DO BRASIL

50

Lina Maria Kneip

Formados principalmente por restos de carapaças de moluscos e localizados quase sempre à beira-mar, os sambaquis guardam informações preciosas sobre a cultura de populações pré-históricas.



50

CARTAS DOS LEITORES	4
AO LEITOR	7
TOME CIÊNCIA	9
UM MUNDO DE CIÊNCIA	12
RESENHA	17
DOCUMENTO	18
OPINIÃO	21
HUMOR	55
PERFIL	57
CONSTITUINTE 87	63
É BOM SABER	66

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS (ENCARTE)

TELEFONIA

**VOCÊ JÁ VIU UMA EMPRESA
NASCER DOMINANDO TECNOLOGIA?**



MD 110
PABX Digital
até 10 mil ramais



ASB 100
PABX CPA
24 troncos e 128 ramais



Digivox
Sistema de Comunicação Digital
16 troncos e 48 ramais



Multivox
KS de 5 troncos e 12 ramais



Eritax
Tarificador para PABX

MATEC

Pois a MATEC já nasceu dominando tecnologia de ponta em telecomunicações. Além de contar com técnicos altamente competentes, vindos da Ericsson do Brasil, a MATEC vai começar com força total em matéria de produtos.

Isto porque não foram só os técnicos que vieram da Ericsson brasileira. Também todos os produtos dirigidos ao usuário: DIGIVOX, MULTIVOX, ERITAX, ERICALL, a nova linha de PABX-CPA - MD 110 e ASB 100 - cuja estrutura de assistência técnica também ficará totalmente a cargo da MATEC.

Sem falar nos novos produtos que a capacidade tecnológica da MATEC irá trazer ao mercado, com o mesmo nível de qualidade.

Portanto, tecnologia é o que não vai faltar à MATEC.



Ericall
Sistema de rádio chamada



Assistência Técnica
do fabricante em todo o país.



MATEC

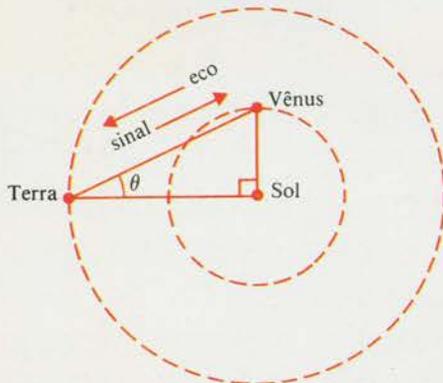
MEDIDA ASTRONÔMICA

No primeiro encarte infantil de *Ciência Hoje*, li que o Sol dista 500 segundos-luz da Terra. Como é possível fazer este tipo de medição?

Herald Silva, Petrópolis (RJ)

• *José de Freitas Pacheco, do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, responde:*

A distância entre o Sol e a Terra é obtida indiretamente. Enviam-se sinais de radar (cuja velocidade é conhecida) em direção a Mercúrio ou Vênus. Medindo-se o tempo entre a emissão dos sinais e o recebimento dos respectivos ecos, determinam-se as distâncias que separam a Terra e esses dois planetas. Depois, com um pouco de geometria, calcula-se a distância do Sol, como mostra o esquema:



$$\text{Terra-Sol} = \text{Terra-Vênus} \times \cos \theta$$

FUNÇÃO DA ATRIOPEPTINA

No artigo "Atriopeptina: um hormônio cardíaco" (*Ciência Hoje* n.º 28) constam alguns dados que devem ser mais bem esclarecidos (...) Antes dos trabalhos de Bold, realizados em 1979, já havia estudos sobre grânulos de armazenamento em células atriais. Eles foram descritos por Kishem em 1956. Vinte anos depois, Hatt verificou que existia uma relação entre eles e a quantidade de sal na dieta.

Os fatores natriuréticos atriais atuam no sistema nervoso central

(especialmente no cérebro) não como hormônios, mas sim como substâncias neuromoduladoras ou neurotransmissoras. Eles são um conjunto de substâncias peptídicas, e não apenas um hormônio. Também são chamados de cardionatrinas auriculina, de acordo com a seqüência de aminoácidos existente em sua estrutura. Needleman e Greenwald sugeriram, em 1986, que o nome atriopeptina fosse usado para padronizar os vários nomes existentes.

Gostaria de aproveitar a oportunidade para parabenizar o corpo editorial da revista pela excelência e atualidade dos assuntos tratados.

José Roberto Goldim, Hospital das Clínicas de Porto Alegre

• *Roberto Barros de Carvalho, autor do artigo, responde:*

Não pretendi em meu artigo fazer uma análise histórica minuciosa sobre o assunto. Citei apenas o cientista canadense Adolfo Bold porque foram suas as pesquisas mais importantes para o estabelecimento das modernas idéias sobre o tema. Em artigo publicado no British Medical Journal (volume 289, de 28 de julho de 1984), Ivor H. Mills, da Escola de Medicina da Universidade de Cambridge, afirma que "a história começa em 1979", com as observações de Bold.

Quanto à atuação dos fatores natriuréticos atriais — como hormônios ou como substâncias neuromoduladoras ou neurotransmissoras — afirmo apenas que a atriopeptina está relacionada com o coração, os rins, as glândulas supra-renais, os vasos sanguíneos e o cérebro. Limitei-me a discutir o modo de ação da atriopeptina nos rins, que parece ser mais importante para explicar eventos fisiológicos e possíveis aplicações práticas dessa substância na clínica médica (...) No artigo de Needleman e Greenwald, citado em meu texto, verifica-se que existem no cérebro (em especial no hipotálamo) neurônios que contêm atriopeptina (que, neste caso, atua como neuromodulador). É possível, no entanto, que a atriopeptina circulante também aja sobre o cérebro, pois a existência de neurônios cerebrais com a mesma substância sugere a existência de receptores sensíveis a ela (...) O conceito de atriopeptina como hormônio cardíaco não é de minha autoria. Está no próprio título do

trabalho de Needleman e Greenwald. Para eles, aliás, "a demonstração de uma única forma de peptídio no sangue sugere que o isolamento de uma multiplicidade de pequenos peptídios por vários laboratórios pode estar relacionado à proteólise durante o processo de isolamento" (...)

CEGUEIRA ATÔMICA

Desejo expressar minha indignação pela campanha irresponsável que consta da última edição (n.º 30) de *Ciência Hoje* contra a energia atômica. No futuro, os combustíveis fósseis vão faltar. É responsabilidade dos cientistas de cada país estudar todas as alternativas possíveis. Eliminar uma delas, de forma apriorística, demonstra falta de responsabilidade e patriotismo, além de uma cegueira ideológica que toca as raias da estupidez. Tal posição faz o jogo das potências mundiais, pois coloca nosso país sob o risco de permanecer irremediavelmente subdesenvolvido (...) Sei que a energia atômica envolve perigos, mas é necessária. Precisamos, isso sim, estudar e controlar esses perigos (...) e não fazer seleções guiadas por preconceitos ideológicos (...)

Edwin C. Blunt, Rio de Janeiro

• *Apenas uma matéria — aliás, de capa — tratava da energia atômica em Ciência Hoje n.º 30, mas não sob o ângulo da geração de eletricidade pelas atuais centrais nucleares. O assunto em pauta eram algumas simulações sobre os efeitos que uma guerra nuclear poderia ter sobre o nosso país. Seja como for, somos contra a adoção pelo Brasil, neste momento, de centrais nucleares, sem prejuízo de defendermos o prosseguimento da pesquisa nesta direção. Trata-se de uma tecnologia ainda muito grosseira para ser introduzida, em escala comercial, em países que dispõem de alternativas energéticas muito mais baratas e seguras. Reconhecemos que o tema é polêmico. A revista não estará fechada para a exposição de posições diferentes da sua, desde que assegurados os procedimentos editoriais de praxe em todos os casos.*



GM. ABERTA PARA BALANÇO.

A GM tem 62 anos de Brasil e já empregou 100 mil pessoas. Ou seja, uma pessoa foi contratada a cada 6 horas, durante 22.630 dias.

Hoje são mais de 26 mil funcionários. E só no ano passado a GM investiu Cz\$ 12.000.000 neles, em salários e benefícios.

A GM ainda é responsável por milhares de empregos indiretos em mais de 5 mil empresas fornecedoras e é uma das maiores contribuintes de impostos do país.

A GM já fabricou mais de 3 milhões de Chevrolets no Brasil. Três milhões, aliás, é o número de metros quadrados ocupados

por suas fábricas de São Caetano do Sul e São José dos Campos. Ou seja: para cada metro quadrado ocupado, um carro foi fabricado.

Um desses carros é o Monza, líder de vendas em 84, 85 e 86 e um grande sucesso também no exterior: há vários anos, Monzas, Chevettes e outros modelos Chevrolet são exportados para 29 países. Todos com a tecnologia aprovada pelo Campo de Provas da Cruz Alta, o mais completo da América Latina e um dos maiores do mundo.

A GM também participa da distribuição e dá assistência a todos

os seus veículos, através de 400 concessionários e oficinas especializadas Chevrolet.

E continua investindo no Brasil: neste e nos próximos anos, 500 milhões de dólares serão aplicados na nossa indústria, gerando novos empregos e aperfeiçoando ainda mais a nossa tecnologia.

Quem tem um Chevrolet tem passado, presente e futuro.

Fechado.

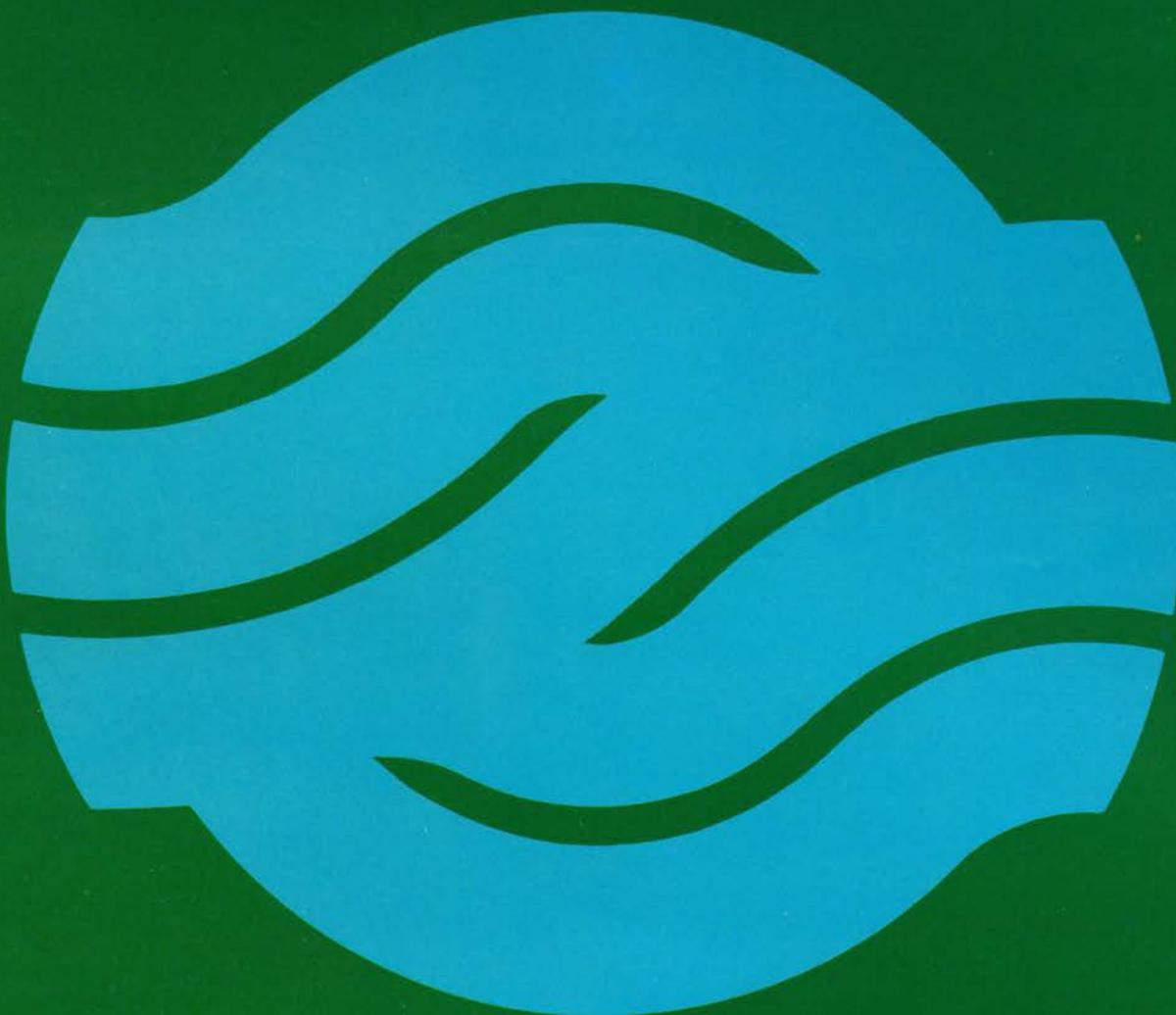


TECNOLOGIA A SERVIÇO DO HOMEM

2º Seminário da
ITAIPU Binacional
Sobre Meio Ambiente

2º Seminario de la
ITAIPU Binacional
Sobre Medio Ambiente

12 a 16/10/87
Foz do Iguaçu – PR
Brasil



Analizando o impacto da Hidrelétrica sobre o Homem e sobre o Meio Ambiente e as providências adotadas pela **ITAIPU BINACIONAL** para resolver os problemas causados pelo reservatório.

INFORMAÇÕES:

Foz do Iguaçu – (0455) 73-3133 ramal 381 • São Paulo – (011) 284-8335 • Rio de Janeiro – (021) 297-1133 ramal 210 • Brasília – (061) 223-0739

INSCRIÇÕES:

Telex – (455) 123 e (455) 206

MAIS APOIO À CIÊNCIA BÁSICA

A ciência básica precisa de mais apoio. Entre os muitos acertos do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), não encontramos a devida atenção à pesquisa básica. A política científica, ao contrário da tecnológica e industrial, ainda não encontrou um equacionamento que aproxime ministério e comunidade, que mobilize os pesquisadores em torno de diretrizes realizáveis e metas que de fato possam ser alcançadas. Parece haver um distanciamento entre os projetos e as prioridades do MCT e o dia-a-dia de nossa realidade científica.

Ciência é ofício de pessoas pacientemente treinadas, em laboratórios, arquivos ou bibliotecas equipados, em contato permanente com outros laboratórios, no país ou no exterior. É preciso portanto garantir que os pesquisadores recebam, sem atrasos, seus salários ou bolsas e auxílios. É preciso que os equipamentos funcionem, que os insumos não faltem, que as bibliotecas se mantenham atualizadas. É preciso ainda garantir que os pesquisadores se reproduzam, que tenham alunos e, por fim, assegurar-lhes a possibilidade de discutir seus trabalhos em congressos.

O que se observa, no cotidiano, são persistentes reclamações diante das dificuldades para importar material de pesquisa, obter autorização para sair do país, substituir equipamentos obsoletos, atualizar bibliotecas etc. Problemas do dia-a-dia, detalhes, essenciais no entanto para a realização de projetos mais amplos. Espanta que essas reclamações persistam. Talvez a solução desses problemas seja mais complexa do que se poderia supor à primeira vista. Do programa emergencial de recuperação dos laboratórios, lançado em 1985, tem-se poucas notícias. É pena. Devidamente avaliado, talvez lançasse nova luz sobre estas questões.

Por outro lado, o processo de formação e de reprodução de pesquisadores requer continuidade de condições de trabalho, disponibilidade de equipamentos e insumos, possibilidade de contratação de técnicos e de incorporação de novos profissionais. O en-

vio de grandes contingentes de bolsistas para o exterior exigirá, em breve, a ampliação da capacidade dos laboratórios e a multiplicação das vagas nos institutos e universidades. Antes de pensar em aumento do número de bolsas, porém, conviria discutir a questão da definição das áreas prioritárias. Ninguém duvida da importância das já famosas “cinco primas” (biotecnologia, informática, química fina, mecânica de precisão e novos materiais), mas certamente mesmo o seu desenvolvimento exige, em grau maior ou menor, o apoio de um largo espectro de disciplinas básicas não declaradas prioritárias. Não valeria a pena verificar que áreas são essas? Ao abrir-se o leque, perceberíamos que, nas nossas condições, o importante é o apoio à pesquisa básica em todas as áreas onde há competência — nas ciências da natureza e nas do homem. Procedendo assim, dificilmente sobriam bolsas a oferecer para as indústrias, como já foi sugerido. Elas, aliás, não precisam disto — contam com fontes de recursos de que a ciência não dispõe, como por exemplo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

Surpreende também a tímida presença das ciências humanas nas preocupações do ministério. Particularmente por serem elas instrumentos para a compreensão de nossa realidade social e terem papel determinante na definição das políticas públicas. Considerar ciência apenas o estudo das matemáticas e da natureza é comum em instituições centenárias, mas pouco recomendável a um ministério com dois anos de idade.

Não é de estranhar, nestes tempos amargos, a ausência de integração entre o MCT e o Ministério da Educação (MEC). E no entanto ela seria fundamental para que o desenvolvimento científico e tecnológico pudesse ser pensado junto com as universidades. Do MEC, não se pode esperar tanto. Gostaríamos, porém, de poder continuar acreditando no MCT.

Os Editores

Garantia de Operação.



Todo o potencial do Nexus 2600 na integração do computador, aplicação e suporte.

A instalação de um microcomputador em uma empresa é normalmente uma decisão séria. Tanto para quem compra como para quem vende. Quem compra quer qualidade, segurança e soluções. Quem vende quer que o produto seja aproveitado em toda a sua potencialidade. O Nexus 2600 não é apenas o resultado de um avançado projeto de tecnologia de computadores. Ele oferece uma ampla gama de configurações de memória de massa, permitindo evolução em campo de acordo com o volume de dados do sistema. Com 704 KB, 8 MHz, discos de até 40 MB e fita "back-up", o Nexus 2600 foi desenvolvido para aceitar o maior conjunto de software disponível no

NEXUS
2600
SCOPUS
tecnologia s.a.

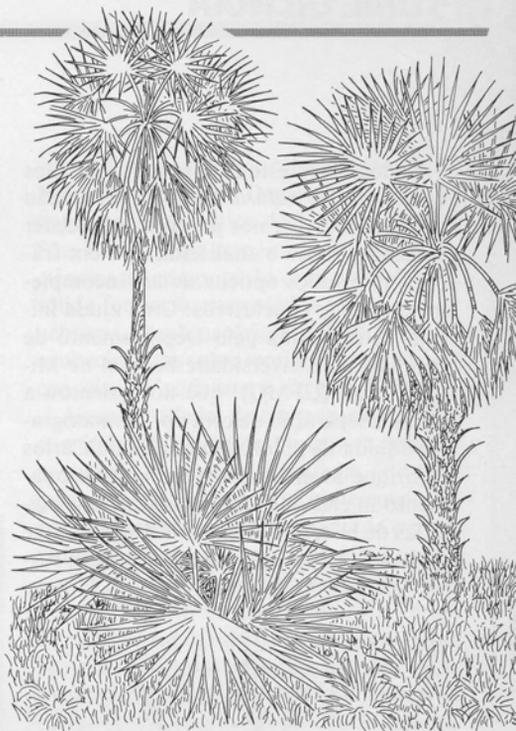
MATRIZ: R. Bela Cintra, 881 - São Paulo (011) 255-1033. FILIAIS: Belo Horizonte (031) 222-4401 - Brasília (061) 224-9856 - Campinas (019) 31-6826 - Curitiba (041) 242-9022 - Florianópolis (0482) 22-1043 - Fortaleza (085) 244-2912/2100 - Londrina (0432) 22-0558 - Manaus (092) 233-0547 - Porto Alegre (0512) 43-4277 - Recife (081) 326-3844 - Rio de Janeiro (021) 262-7188/240-4925 - Salvador (071) 230-5304/5305 - Vitória (027) 223-9137

mercado, garantindo soluções em praticamente todas as áreas de atuação. E para que você tire o melhor proveito do Nexus 2600 no uso diário, a Scopus destacou uma equipe de engenheiros e analistas dedicados à avaliação e implementação da alternativa mais acertada às necessidades de sua empresa. Essa área de Software e Sistemas oferece soluções para os seus problemas de processamento de dados, podendo orientar, analisar e até desenvolver sistemas, procurando sempre o caminho mais econômico e produtivo para atingir seus objetivos. Solução integrada de hardware, software e suporte é garantia de operação permanente. Fique com o Nexus 2600. Fique com a tecnologia Scopus.

Cera de carnaúba: vale a pena estudar este eletreto natural?

“Sua variedade é enorme... É a carnaubeira, em que tudo é aproveitável: a raiz serve de depurativo; o caule dá farinha e, quando maduro, é magnífica madeira de construção (...); do estipe fazem-se ripas e barrotes; o fruto, comparável à tâmara, serve de alimento a toda espécie de gado e, quando maduro, apresenta uma polpa negra, lustrosa, adocicada e pouco espessa, de que se faz uso em estado natural ou em doce; tem um caroço de dois centímetros de diâmetro, que, torrado, fornece uma bebida semelhante ao café, e uma substância de que se extrai óleo; das folhas novas é tirada a chamada cera de carnaúba, que se emprega não só nos discos de vitrola e nas fitas cinematográficas, como também na fabricação de velas e fósforos.”

Ariosto Pinheiro, *Viagem através do Brasil*



Obtida do revestimento protetor contra perdas de água da folha da carnaubeira (*Copernicia cerifera*), a cera de carnaúba tem sido industrialmente utilizada por propriedades como a dureza (é a mais dura cera vegetal conhecida) e a alta temperatura de fusão. Outra de suas características é ser um eletreto natural. Os eletretos sólidos, que podem ser considerados o equivalente elétrico do magneto ou ímã, têm inúmeras aplicações tecnológicas, das quais o microfone de eletreto é um exemplo bastante conhecido (ver “Perfil”, em *Ciência Hoje* n.º 22).

A cera de carnaúba classifica-se também entre eletretos de outro tipo, constituídos por unidades polares na fase líquida, que são o equivalente elétrico dos ferrofluidos, sistemas que também encontram amplas aplicações tecnológicas (ver “Os ferrofluidos”, em *Ciência Hoje* n.º 23, p.9). Caracterizam-se por apresentar aos campos elétricos aplicados respostas similares às dos ferrofluidos aos campos magnéticos aplicados, em situações análogas.

Em parte por causa de sua complexidade química, as ceras não têm atraído suficiente interesse dos físicos. Em estado natural, e na ausência do controle químico adequado, configuram um sistema de muitas variáveis, que seria temerário tratar com os métodos da física. Assim, estudos realizados sobre a cera em fase sólida — como o de Bernhard Gross, publicado em *Endeavour*, vol. 30, p. 115, 1971 — não puderam lançar muita luz sobre os mecanismos básicos responsáveis por seu comportamento de eletreto.

Por vezes, porém, a curiosidade prepondera sobre a prudência. Alguns anos atrás, quando fazia algumas peças de cera de carnaúba para servir como bases para polimento de cristais, resolvi iluminar a cera fundida num bécher, com um pequeno *laser* de hélio-neônio, e verificar visualmente a qualidade da luz espalhada. Sabe-se que a cera é fortemente luminescente para comprimentos de onda menores. Na fase sólida, a existência de espalhamento múltiplo torna impraticáveis as análises ópticas. O belíssimo traço de espalhamento na fase líquida, produzido pelo feixe de luz do *laser*, estimulou-me a fazer um espectro por correlação de fótons — técnica óptica desenvolvida no Brasil, em nosso laboratório, e especialmente adequada para o estudo de fenômenos que ocorrem em baixas frequências ($< 10^8$ Hz).

Em conversa com Alencastro V. de Carvalho, relembramos que a cera é um eletreto natural. Estávamos interessados, na época, em possíveis análises de alguns eletretos sintéticos. O espectro bem definido resultante da medida que fora feita desafiava a sua interpretação.

Uma tomada sistemática de dados por correlação de fótons, realizada pelo estudante de pós-graduação Ricardo Rusi, revelou a ocorrência, na cera em fase líquida, de um processo difusivo que foi atribuído a agregados (micelas?) com movimento browniano. Representou-se a difusão média encontrada como $D = D_0 + A \exp(-\Delta E/k(T - T_0))$, onde $D_0 \cong 1,6 \times 10^{-10}$ cm²/s, $A \cong 20 \times 10^{-10}$ cm²/s, $T_0 \cong 68^\circ\text{C}$ e $\Delta E \cong 82$ cm⁻¹ $\cong 10$ meV. D_0

seria o coeficiente de difusão na fase pastosa da cera, T_0 uma temperatura inicial para aquela fase e ΔE a energia de ativação necessária para quebrar os aglomerados. Já então sentíamos e apontávamos a necessidade da colaboração de químicos para chegarmos a um melhor entendimento e controle da cera.

Em princípio, esperávamos alguma resposta à aplicação de campos elétricos à cera. Leonardo Fonseca, também estudante de pós-graduação, levou adiante o trabalho com a cera na fase líquida, com aplicação de campo elétrico. Para interpretar os resultados, desenvolvemos um modelo do espalhamento dinâmico da luz como proveniente principalmente de agregados polares cilíndricos. Entre os diversos resultados, foram obtidos, em função da temperatura, o coeficiente médio de difusão translacional, o coeficiente de difusão rotacional e o comprimento médio dos agregados.

Quase paralelamente a este trabalho, o mestrando Fábio João de Almeida realizou outra experiência de correlação de fótons numa montagem heteródina ou de batimento óptico, para verificar se os agregados possuíam carga elétrica. Nessa montagem, a luz espalhada é combinada com a luz do feixe incidente do *laser*, gerando-se uma relação de fase entre os diferentes feixes de luz. Neste caso, os centros espalhadores seriam arrastados pela força elétrica, produzindo um efeito Doppler na luz espalhada. O arraste foi verificado experimentalmente. ▶

Todos esses estudos foram realizados com a cera *in natura*. Sem a colaboração de químicos, que nos permitisse proceder à decomposição e análise da cera em frações, os estudos ópticos seriam incompletos ou pouco conclusivos. Uma ajuda inicial foi fornecida pelo Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que nos orientou a tentar a separação da cera por cromatografia líquida de coluna. O estudante Carlos Henrique Monken procedeu ao fracionamento inicial da cera e mostrou, por medidas de birrefringência orientacional, que o modelo de agregados cilíndricos em sus-

pensão na fração principal da cera era condizente com os resultados obtidos.

A formação desses agregados ainda não foi elucidada e os principais componentes químicos envolvidos não puderam ser classificados com clareza. Esse processo de formação pode se revelar semelhante ao da conhecida formação de micelas na combinação água (polar) e parafina (apolar). O estudo das combinações principais, representativas da cera, pode ser particularmente elucidativo para a melhor compreensão de seu mecanismo de polarização.

Os resultados obtidos nas diversas etapas desse estudo, publicados em *Appl.*

Phys. Lett (vol. 38, p. 236, 1981) e *Appl. Optics* (vol. 22, p. 1.409 e 2.810, 1983), foram ainda a base de várias teses de mestrado apresentadas ao Departamento de Física da UFMG, entre 1981 e 1986. Muito pode ainda ser feito para o entendimento desses mecanismos de polarização da cera, sem dúvida indispensável à sua aplicação tecnológica — a participação dos químicos e de outros profissionais é porém indispensável.

Geraldo Alexandre Barbosa

Departamento de Física,
Universidade Federal de Minas Gerais

Novos supercondutores: revolução tecnológica à vista

A principal — mas, como veremos adiante, não a única — característica de um supercondutor é a ausência de resistência à passagem de corrente elétrica, fenômeno que se verifica abaixo de determinada temperatura crítica (T_c), específica para cada material. As pesquisas nessa área começaram a delinear-se em 1908, ano em que Kamerlingh Onnes conseguiu liquefazer o gás hélio e iniciou o estudo da condutividade elétrica em metais submetidos a baixas temperaturas. Entre outros objetivos, ele pretendia avaliar como a presença de impurezas influía na resistividade desses materiais. Em 1911, estudando o mercúrio (Hg), verificou no entanto um fato novo: em vez de a resistividade decair lentamente com a temperatura, como ocorria em alguns outros metais, ela caía repentinamente a zero quando se atingia 4,1 kelvins (4,1 K, ou $-269,10$ celsius). Em 1914, verificou que, mantendo o Hg nesta temperatura e aplicando um campo magnético suficientemente elevado, o metal retornava a seus níveis normais de resistência elétrica.

Desde essa época o fenômeno vem sendo estudado, constituindo-se em grande desafio a descoberta de supercondutores que tenham alta temperatura crítica. A criação de um material que apresentasse supercondutividade em temperatura próxima do ambiente era considerada há muito tempo um triunfo de valor inestimável, com impacto em várias áreas do conhecimento. Não havia exagero na afirmação de que tal evento abriria uma nova era no desenvolvimen-

to tecnológico. Até recentemente, a obtenção de materiais supercondutores exigia a utilização de líquidos criogênicos que necessitam de cuidados especiais, como o hélio, o hidrogênio e o nitrogênio, cujas temperaturas de ebulição são, respectivamente, 4,2 K, 20 K e 77 K (ver “Criogenia: quanto mais frio, melhor” em *Ciência Hoje* n.º 13). Tal limitação, uma vez superada, possibilita o pleno aproveitamento do potencial desses materiais no que diz respeito, por exemplo, ao transporte de energia, à criação de altos campos magnéticos, ao desenvolvimento de novos computadores, motores e sistemas de transporte.

Até 1971, já se havia constatado que 35 elementos se tornam supercondutores numa faixa de temperatura entre 0,1 K (tungstênio) e 9,2 K (nióbio). Quanto aos materiais dotados de característica semelhante, seu número é da ordem de mil, cabendo ao $Nb_3Al_{0,8}Ge_{0,2}$ a primazia de apresentar, até 1970, a mais alta temperatura crítica: 20,9 K. É curioso constatar-se que o fato de um material ser ótimo condutor elétrico não quer dizer que se torne supercondutor em baixas temperaturas. O cobre ultrapuro, por exemplo, apresenta resistividade de 10^{-9} ohm-cm na temperatura de 4,2 K, enquanto a resistividade de um supercondutor puro é menor do que 10^{-21} ohm-cm.

Dissemos no início que a ausência de resistência à passagem de corrente elétrica não é a única propriedade fundamental dos supercondutores. Eles apresentam duas outras destas propriedades, relacionadas res-



ilustrações Wilson Racy

pectivamente ao seu comportamento na presença de um campo magnético externo e à densidade da corrente crítica que são capazes de suportar, mantendo as características de supercondutividade.

Se tomarmos como referência seu comportamento na presença de um campo magnético, podemos dividir os supercondutores em dois tipos: no tipo I, a transição do comportamento normal para a supercondutividade ocorre em um campo magnético crítico bem definido, cuja notação é $H_c(T)$; no tipo II, o fenômeno se manifesta de forma diferente entre dois campos-limite — um inferior, $H_{c1}(T)$, e um superior, $H_{c2}(T)$.

Submetido a campos magnéticos menores do que H_{c1} e mantido em temperaturas abaixo da crítica, os materiais do tipo II apresentam supercondutividade de forma plena. O mesmo não se dá em caso de campos magnéticos situados entre H_{c1} e H_{c2} , quando aparece um estado misto caracterizado pela coexistência, no material, de regiões normais e supercondutoras. Nesse intervalo de valores do campo magnético, a resistência elétrica em função da temperatura não sofre uma queda súbita quando se atinge o valor T_c (como ocorre no material de tipo I), mas sim um decaimento mais lento, até que se atinja a temperatura crítica.

Quanto à outra propriedade fundamental antes referida, existe uma relação muito marcante entre a densidade da corrente crítica que o material suporta (mantendo as características de supercondutividade), as propriedades magnéticas que ele apresenta e sua temperatura crítica. Na medida em que aumenta a temperatura da amostra, diminuem tanto a densidade da corrente como o valor do campo magnético crítico.

Os materiais mais apropriados para aplicação tecnológica são os supercondutores do tipo II, pois eles apresentam os maiores valores críticos para a temperatura, o campo magnético e a densidade de corrente. Por isso, são chamados supercondutores de alto campo magnético. A ausência de resistência implica que não existe consumo de potência elétrica. Assim, correntes elétricas de grande intensidade podem ser transportadas através desses supercondutores que apresentam, portanto, alta densidade crítica, com possibilidade de geração de campos magnéticos também muito altos (como, por exemplo, em solenóides supercondutores). Quanto maior for o campo magnético crítico, mais elevado pode ser o campo magnético produzido.



Na década de 1960 os supercondutores de tipo II, apropriados à aplicação tecnológica, experimentaram acentuado desenvolvimento, com a descoberta de ligas como Nb_3Sn ($T_c = 18,5$ K, $H_{c2}(0) = 245$ kgauss), V_3Ga ($T_c = 16,8$ K, $H_{c2}(0) = 210$ kgauss) e Nb_3Zr ($T_c = 11$ K, $H_{c2}(0) = 100$ kgauss). Chamamos aqui de $H_{c2}(0)$ o campo magnético crítico superior extrapolado para $T = 0$ K. Para campos magnéticos externos nulos e extrapolados para $T = 0$ K, as densidades de corrente elétrica são da ordem de 10^5 a 10^6 ampères por centímetro quadrado. Tais propriedades dependem da composição desses supercondutores, do modo como são preparados, das impurezas e dos defeitos que apresentam em sua estrutura.

Em 1986, Bednorz e Müller publicaram na Suíça um trabalho em que indicavam a possibilidade de existência de supercondutividade no sistema $BaLaCuO$, com uma transição normal-supercondutor situada entre 13 e 35 K. Logo depois, pesquisadores do Japão, China, União Soviética e Estados Unidos intensificaram seus esforços. A preparação de materiais do sistema $(Ba_xLa_{1-x})_2CuO_4$, com vários valores da concentração x , indicaram temperaturas iniciais de transição da ordem de 35 K (sob pressão ambiente) e até 57 K (sob pressão de 10^4 atmosferas).

A substituição do bário (Ba) pelo estrôncio (Sr) produziu um novo sistema, o $(Sr_xLa_{1-x})_2CuO_4$. Sob pressão ambiente ele apresentou a transição normal-supercondutor em 48,6 K, a maior temperatura crítica até então alcançada nestas condições. Mas a persistência dos pesquisadores levou em seguida à descoberta de um novo siste-

ma, com temperaturas críticas ainda mais elevadas. Trata-se do $(Ba_xY_{1-x})_2CuO_4$, que, sob pressão ambiente, apresentou uma transição normal-supercondutor entre 80 e 93 K. Quando submetido a pressão da ordem de 2×10^5 atmosferas, esse material não apresentou mudança significativa no que diz respeito às temperaturas de transição, como ocorre no caso do sistema $(Ba_xLa_{1-x})_2CuO_4$. Os valores de $H_{c2}(0)$ para este último sistema foram estimados na ordem de 10^3 kgauss. No entanto, esses materiais (tal como foram preparados) apresentam muito baixa densidade de corrente crítica.

Notícias recentes, vindas dos Estados Unidos, indicam que uma amostra na forma de filme apresentou densidade de corrente da ordem de 10^5 ampères/cm² na temperatura do nitrogênio líquido (77 K). Da União Soviética e do Japão há notícias da descoberta de supercondutores com temperaturas críticas da ordem de 250 K.

A corrida para a criação de materiais supercondutores que apresentem temperaturas críticas, densidades de corrente e campos magnéticos críticos de alta magnitude é tão intensa que os jornais já publicaram notícias ainda não confirmadas por revistas especializadas: vários laboratórios dos Estados Unidos teriam conseguido supercondutores na temperatura ambiente (cerca de 293 K) e pesquisadores indianos teriam fabricado uma amostra (contendo óxido de cobre, bário, ítrio e estrôncio) com uma temperatura de transição entre 286 e 319 K.

No Brasil, vários laboratórios (IPEN-CNEN, USP-São Carlos, Unicamp, UFRJ, CBPF e UFPe) conseguiram reproduzir alguns materiais supercondutores com temperatura de transição em torno de 100 K. Revelam-se assim a capacidade e a competência de nossos pesquisadores, tornando nosso país apto a acompanhar de perto a maior descoberta científica do fim do século XX.

A velocidade com que os novos materiais supercondutores estão sendo descobertos é tal que resultados mais recentes provavelmente terão sido obtidos quando esta matéria for publicada. Não há dúvida de que estamos tendo o privilégio de presenciar e vivenciar uma nova revolução científica, tecnológica e industrial que terá implicações vitais para o desenvolvimento da humanidade.

Eugenio Lerner

Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

IMUNOLOGIA

ENZIMAS SOB MEDIDA

As enzimas são proteínas, isto é, macromoléculas feitas de seqüências lineares de diferentes combinações de aminoácidos que, em contato com o solvente (água ou gordura, nos seres vivos), enovelam-se de forma característica e assumem uma conformação tridimensional própria. Diferentemente das demais proteínas, porém, são capazes de acelerar as reações químicas que se dão no organismo, permitindo a formação de produtos indispensáveis à produção de outras reações químicas complexas que movimentam os seres vivos.

Os anticorpos são também proteínas (mais precisamente, imunoglobulinas) produzidas por células do sistema imunológico, os linfócitos B. São capazes de reconhecer e de se ligar a grupamentos químicos simples, livres ou associados a estruturas macromoleculares complexas (os antígenos). Como há uma infinidade de clones de linfócitos B, o sistema imunológico pode gerar imensa variedade de anticorpos, capazes de se ligar a praticamente todo tipo de radical químico presente nas moléculas orgânicas. Cada célula B, contudo, gera um só tipo de anticorpo, cuja especificidade para o antígeno não muda. Técnicas de seleção de híbridos e cultivo de células permitem obter os chamados anticorpos monoclonais, que, além de monoespecíficos, são idênticos entre si, por derivarem de um só clone de linfócito B (ver "O leitor pergunta", em *Ciência Hoje* n° 20).

Que semelhança há entre as enzimas e os anticorpos monoclonais? A resposta é: toda. Os enzimologistas supõem que as enzimas agem como catalisadores, isto é, aceleradores de reações químicas, graças às propriedades de uma região espacial da molécula, o sítio ativo. Este só existe no espaço tridimensional, resultando da aproximação física de aminoácidos que, na seqüência primária (linear) da proteína, estão distantes entre si: é o enovelamento da molécula, decorrente da interação com o solvente, que os aproxima. Forma-se então um microambiente especializado na catálise de determinada reação química.

Numa reação química, formam-se, transitivamente, compostos intermediários instáveis. Por interações moleculares dos ami-

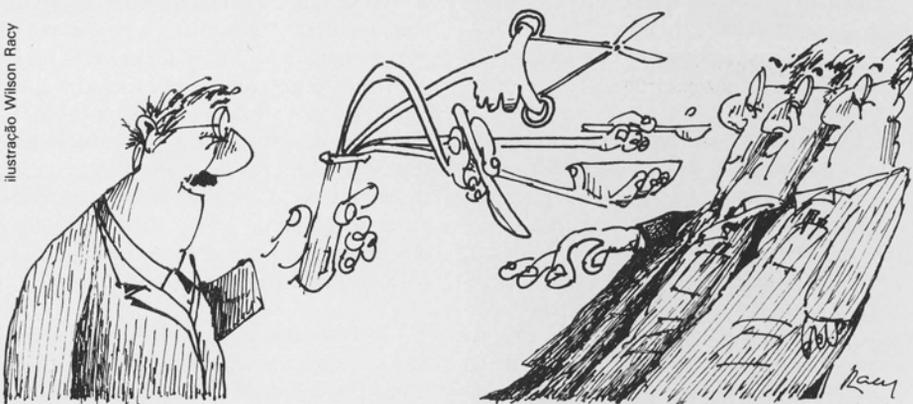
noácidos nele presentes e os reagentes, o "sítio ativo" enzimático é capaz de promover a formação de um desses compostos intermediários, de alta energia. Já a ligação dos anticorpos aos antígenos se dá por meio dos chamados sítios de ligação, de ação idêntica à dos sítios enzimáticos. Se dado antígeno é reagente para uma reação química que ocorre na presença de água, porque não poderia o anticorpo atuar como catalisador "enzimático" da hidrólise desse reagente?

Esta idéia, já antiga, foi há pouco demonstrada por dois grupos independentes de biólogos moleculares e químicos: Alfonso Tramontano, Kim Janda e Richard Lerner, da Clínica Scripps, em La Jolla (Califórnia), e Scott Schultz, Jeffrey Jacobs e

Pode-se supor que todo anticorpo específico para os compostos intermediários das reações químicas exerce nelas importante atividade catalítica. Para obter anticorpos, é preciso conhecer o composto intermediário, sintetizar uma substância análoga a ele mas com maior estabilidade, e imunizar animais com ela. Os anticorpos obtidos reagirão com esse antígeno e, por analogia estrutural, também com o composto intermediário da reação desejada. Pode-se ainda obter uma infinidade de variantes desses anticorpos-enzimas: tratando os híbridos que os secretam com agentes mutagênicos, que provocam discretas alterações nos genes dos anticorpos, produzem-se pequenas modificações na composição de aminoácidos dos mesmos. Estas podem elevar consideravelmente a qualidade "enzimática" do anticorpo, aumentando sua especificidade pelo reagente, ou conferir maior velocidade à reação.

A descoberta tem aplicações quase ilimitadas. Antes, só se dispunha de enzimas extraídas de seres vivos. Agora é possível, ao menos para alguns tipos de reação química, construir artificialmente anticorpos-

ilustração Wilson Racy



Peter Schultz, da Universidade da Califórnia, em Berkeley*. Ambos obtiveram anticorpos monoclonais para compostos químicos estruturalmente análogos aos produtos intermediários da hidrólise de ésteres carboxílicos e da fosforilcolina. Adicionando-os ao sistema de reação, verificaram que ocorria a hidrólise dos reagentes, por uma reação "enzimática" típica. Tinham partido da hipótese de que um composto intermediário formado numa reação é imediatamente reconhecido e ligado pelo "sítio de ligação" do anticorpo, e assim estabilizado. A reação de hidrólise ocorreria então com alta eficiência, porque o composto intermediário, estando ligado ao "sítio de ligação", não se desfaria antes de seu término. E foi o que ocorreu.

enzimas com especificidade e eficiência para a solução de problemas práticos. Poderão ser usados, por exemplo, para dissolver depósitos de fibrina (trombos) que bloqueiam os vasos sanguíneos na aterosclerose. Serão ainda aplicáveis na terapia de doenças causadas por defeitos enzimáticos ou por falta de certas enzimas. Teríamos, assim, "tesouras" químicas para desfazer trombos ou "próteses" para enzimas que faltam, isto é, cirurgia corretiva e restauradora, só que de moléculas.

* *Science*, vol. 234, n° 4.783 (1986)

George A. dos Reis
Instituto de Microbiologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

DA CATARATA AOS COLÓIDES

No seu estado normal, o cristalino é constituído por uma rede regular de células fibrilares (ver figura). Duas importantes particularidades dessas células conferem ao cristalino as características de uma verdadeira lente: são desprovidas de núcleos e de outras grandes organelas que espalhariam excessivamente a luz ou a absorveriam em parte; em contrapartida, apresentam a maior concentração de proteína encontrada no organismo, fato que permite os elevados índices de refração necessários à constituição de uma lente. A lente cristalina é, por sinal, muito aprimorada: a concentração de proteínas varia do centro à periferia, o que reduz as aberrações.

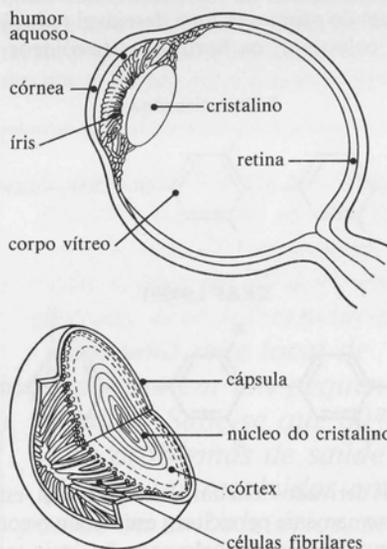
Diversos processos patológicos desconhecidos levam à opacificação da lente, normalmente transparente — fenômeno a que se dá o nome geral de catarata ocular. No homem, a catarata está estreitamente associada à senilidade: atinge 50% da população acima de 75 anos.

Vários grupos de pesquisa vêm estudando a bioquímica e a físico-química da lente normal e da atingida pela catarata. O objetivo é desenvolver terapêuticas que retardem ao máximo o desenvolvimento dessa afecção e a necessidade de cirurgia — único método de tratamento atualmente possível. Embora seja geralmente bem-sucedida, a extração cirúrgica do cristalino opacificado propicia uma visão de qualidade nem sempre satisfatória (campo visual reduzido, imagens distorcidas). Complicações que podem advir a longo prazo, como mudanças na córnea e edemas, comprometem também seu êxito efetivo. Uma terapia que retardasse dez anos a necessidade de uma operação reduziria em cerca de 45% o número de intervenções.

Em face desse panorama, trabalham médicos, biólogos e bioquímicos. A resposta à questão básica — qual é a origem da transparência do cristalino? —, fornecida por um de nós (Mireille Delaye), junto com Anette Tardieu, despertou o interesse pelo estudo das propriedades físicas do cristalino. Este se revelou um valioso sistema-modelo para o estudo experimental dos colóides, a que estamos dedicados atualmente.

O colóide — por definição um estado de subdivisão da matéria (dimensões típicas em torno de um micrometro, isto é, um milésimo de milímetro) — abrange sistemas variados: aerossóis (partículas em gás ou no vácuo), emulsões (líquidos em líquidos) e soluções aquosas de proteínas.

A física prevê que a intensidade de luz espalhada por um colóide será tanto maior quanto mais desorganizado for o sistema. No caso do cristalino concentrado, a intensidade espalhada é apenas 4% da espera-



Acima, esquema do olho humano, mostrando a posição do cristalino — a lente ocular. Abaixo, esquema do cristalino ocular em que se vê a disposição das células fibrilares. As células do núcleo são mais ricas em proteínas e mais transparentes que as do córtex (periferia).

da de cada proteína agisse isoladamente. O estudo experimental do cristalino de bovinos por espalhamento de raios-X revelou uma ordem de curto alcance*, comprovando que o cristalino não se parece com um cristal: sua estrutura se assemelha à dos vidros e líquidos simples e é ela a responsável pela baixa intensidade espalhada.

Essa ordem local, isto é, o arranjo das proteínas vizinhas, deve-se a interações repulsivas, que podem ser estudadas mediante a variação da quantidade de íons no sol-

vente. Os íons pequenos blindam a carga das proteínas, reduzindo suas repulsões: uma solução mais rica em íons é menos transparente. A comparação das intensidades espalhadas a várias concentrações de íons com as previsões teóricas da física de colóides permitiu-nos obter valores como a carga, o diâmetro e a massa das proteínas cristalinas**.

Verificada a coerência das descrições do cristalino ficou claro que estávamos ante um possível sistema-modelo para o estudo de fenômenos da física dos colóides: o sistema poderia passar, de objeto, a ferramenta para o estudo da física.

O estudo experimental de sistemas-modelo, indispensável à formulação e à verificação de teorias físicas, traz por vezes à luz fenômenos inesperados. No nosso caso, interessamo-nos especialmente pelas propriedades dinâmicas dos colóides, área da física inaugurada por Einstein em 1905, com um trabalho sobre o movimento browniano (movimento desordenado de pequenas partículas em suspensão).

Uma grande dificuldade encontrada pelos físicos teóricos é o cálculo da complicada interação hidrodinâmica (via solvente) entre as partículas de uma solução concentrada. Mesmo com o auxílio dos mais potentes computadores, interações entre mais de dois corpos mostram-se intratáveis, embora sejam fundamentais para a descrição das propriedades dinâmicas. Assim, as medidas que obtivemos de algumas grandezas, como coeficientes de difusão, fornecem um referencial adequado para teorias hidrodinâmicas aproximativas.

A necessidade de lidar corretamente com flutuações temporais da luz espalhada, que se estendem de milionésimos de segundos até alguns minutos, levou-nos a desenvolver técnicas de instrumentação e análise de dados***. Um dos resultados importantes desse esforço foi a detecção de um fenômeno previsto mas até então inobservado: o prenúncio de uma transição estrutural do tipo líquido-vidro, em que a viscosidade aumenta enormemente.

* *Nature*, vol. 302, nº 5.907 (1983)

** *Journal de Physique* (a ser publicado)

*** *Journal of Chemical Physics*, vol. 84, nº 1 (1986)

Pedro Licínio

Departamento de Física,
Universidade Federal de Minas Gerais

Mireille Delaye

Laboratório de Física dos Sólidos,
Universidade Paris-Sul

MEDICINA

NOVA ARMA CONTRA O ENFARTE

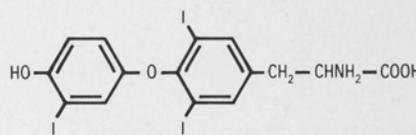
Existe uma relação comprovada entre o nível de colesterol no plasma e a intensidade da formação de ateromas. Estes são zonas de espessamento da camada interna das grandes artérias que, formando verdadeiras placas, dificultam a irrigação sanguínea dos tecidos e provocam uma doença grave: a aterosclerose, importante causadora de enfarte do miocárdio. Possuindo uma estrutura molecular que as células do organismo são incapazes de quebrar, o colesterol — que é um álcool, do ponto de vista químico — deve ser eliminado, sob pena de se acumular na parede das artérias. Para evitar esse processo, só há duas saídas: interromper a síntese do colesterol pelo organismo ou aumentar sua eliminação.

De modo geral, as drogas atualmente em uso reduzem o colesterol circulante das seguintes maneiras: favorecendo a retenção, pelo fígado, das lipoproteínas que o transportam; bloqueando a produção de lipoproteínas ou ainda combinando essas ações. Certas drogas atuam de maneira curiosa: incrementam a síntese de lipoproteínas, mas, por outro lado, retiram-nas de circulação, e com tal intensidade que o efeito final é que elas se reduzem, o que provoca a redução do colesterol circulante. A resina colestiramina é um exemplo típico de droga que exerce esse tipo de ação: fixa os ácidos biliares no intestino, fazendo aumentar sua excreção fecal. Como esses ácidos são produzidos pelo metabolismo do colesterol, reduzem-se assim os níveis sanguíneos deste. O efeito final é extremamente benéfico: caem os índices de enfarte.

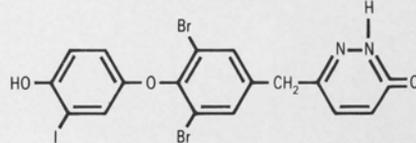
A ação dos hormônios da tireóide tem certa analogia com a da colestiramina: eles fomentam a fabricação de colesterol por todo o organismo, mas, por outro lado, ampliam o número de receptores hepáticos das lipoproteínas circulantes. Tais receptores são proteínas existentes no fígado que, por serem capazes de prender especificamente as lipoproteínas, promovem a diminuição do nível circulante do colesterol, que é sempre carregado por elas. Desse modo, os hormônios tireóides permitem ao organismo excretar mais colesterol pelas vias biliares e, conseqüentemente, eliminá-lo nas fezes.

Essa semelhança deu lugar, já há muito tempo, à idéia de utilizar hormônios tireóides no tratamento de hipercolesterolêmicos. A experiência realizada nesse sentido redundou, no entanto, num grande fracasso: na população utilizada como amostra, a administração de hormônios tireóides, se de fato promoveu a redução da colesterolemia, como esperavam os pesquisadores, ocasionou, em contrapartida, um aumento do índice estatístico de enfartes, e teve de ser prontamente sustada. Verificou-se então que, embora sejam realmente capazes de promover uma desejável redução do colesterol, os hormônios tireóides e

Triiodotironina



SK&F L94901



seus derivados têm um efeito adicional, este extremamente pernicioso: estimulam o consumo de oxigênio pelo coração, cujo trabalho é aumentado.

Ano passado, no entanto, A.H. Underwood e seus colaboradores, da Smith Kline & French Research Limited, sediada em Herfordshire, na Inglaterra, relataram* a produção de um derivado de hormônio tireóideo (SK&F L-94901) capaz de reduzir substancialmente a colesterolemia experimental de ratos, sem ocasionar grande aumento do consumo cardíaco de oxigênio. Segundo os pesquisadores, a droga promoveu significativa redução da colesterolemia de coelhos Watanabe — animais que se caracterizam por um defeito genético nos receptores hepáticos das lipoproteínas, muito semelhante ao que se verifica numa doença humana de origem genética: a hipercolesterolemia familiar. Tudo leva a crer, portanto, que o SK&F L-94901 é uma

droga promissora para o tratamento de seres humanos, sobretudo porque os hormônios tireóides não têm os efeitos tóxicos sobre o fígado e outras conseqüências indesejáveis que caracterizam a maior parte das drogas que reduzem o nível sanguíneo de colesterol.

A pesquisa que vem sendo realizada com ratos é mais convincente sob o aspecto bioquímico do que do ponto de vista farmacológico. Não resta dúvida de que o SK&F L-94901 é pouco ativo no nível cardíaco e não perturba a regulação da produção fisiológica de hormônios tireóides pelos animais. Está bem estabelecido, além disso, que promove a redução do colesterol plasmático em ratos hipotireóides, embora seu efeito sobre ratos “normais” seja menos evidente. O problema está em que é muito difícil produzir hipercolesterolemia artificial em ratos: nos experimentos em questão, foi necessário administrar doses enormes de colesterol aos ratos hipotireóides e aos chamados “normais” para provocá-la, de modo a poder melhor observar a ação farmacológica da droga. Criou-se com isto uma situação farmacológica que não tem qualquer semelhança com a hipercolesterolemia humana, embora seja rotineiramente usada em pesquisas farmacológicas. Por todas estas razões, a resposta obtida com os coelhos hipercolesterolêmicos parece-nos bem mais convincente.

Teria sido também interessante que os pesquisadores tivessem demonstrado que a droga provoca redução de colesterol em ratos normais: embora a colesterolemia dos ratos seja muito inferior à do homem e o transporte do colesterol circulante seja feito nos dois casos por lipoproteínas diferentes, todas as drogas que promovem a redução dos níveis sanguíneos de colesterol no homem atuam também no rato, em maior ou menor grau.

Recentemente, começou-se a empregar em seres humanos, com grande sucesso, um grupo de drogas com efeito isolado na síntese do colesterol (Lovastatin). É conveniente, contudo, não alimentar um otimismo exagerado, uma vez que ainda não se conhecem seus efeitos a longo prazo. Permanece válida e promissora, portanto, a tentativa de utilizar substâncias mais “fisiológicas” — como os derivados de hormônios tireóides — com seres humanos.

**Nature*, vol. 324, n.º 4.792 (1986)

Eder C. R. Quintão
Faculdade de Medicina,
Universidade de São Paulo

VIDA E MORTE DAS PROTEÍNAS

Ao contrário do que se pensava antes, a aparente estabilidade das proteínas dos tecidos representa um equilíbrio entre sua síntese e sua degradação. Esse processo contínuo de reposição (*turnover*) pode ser medido para várias proteínas conhecidas, o que permite estabelecer sua meia-vida, isto é, o tempo necessário para que metade de sua concentração seja renovada. Esse período varia de alguns minutos a vários dias. A degradação das proteínas celulares é catalisada pelas enzimas proteolíticas e, embora ainda se ignore que fatores determinam as diferentes velocidades desse processo, sabe-se que moléculas anômalas, como as hemoglobinas anormais, ou proteínas com aminoácidos modificados, têm meia-vida mais curta que as proteínas normais correspondentes.

Evidências recentes, fornecidas por estudos bioquímicos e genéticos, sugeriam que a ligação de determinada molécula — a ubiquitina — às proteínas seria uma das etapas determinantes do processo de degradação. Segundo essa hipótese, a ligação da ubiquitina a uma proteína funcionaria como um carimbo, permitindo seu reconhecimento pelas proteases, que iniciariam então o processo de eliminação.

Como na história do caboclo que atirou no que viu e matou o que não viu, um grupo de cientistas do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)* acaba de fazer uma descoberta inesperada ao procurar testar essa hipótese. Para comparar a meia-vida de proteínas ubiquitinadas e não ubiquitinadas, construíram um gene quimérico (clone) dotado das informações necessárias para a síntese de uma proteína de fusão, composta de ubiquitina de levedura li-

gada ao grupo amino terminal da β -galactosidase, uma enzima bacteriana que hidrolisa a lactose. Quando esse gene foi expresso em leveduras, observaram que a célula cortava imediatamente a proteína de fusão, dando origem a uma β -galactosidase “desubiquitinada”.

Na tentativa de “iludir” a enzima da levedura que faz essa clivagem, o grupo construiu 16 genes quiméricos diversos da ubiquitina- β -galactosidase. A diferença consistiu na troca do aminoácido da extremidade amino terminal da β -galactosidase, o que faz a ligação ubiquitina- β -galactosidase. Ao contrário do que esperavam, observaram que, com uma única exceção, as β -galactosidas eram “desubiquitinadas”, independentemente da natureza do resíduo de aminoácido que fazia a junção entre as duas macromoléculas.

A decepção inicial foi, entretanto, amplamente compensada pela descoberta subsequente. Uma vez que as 16 β -galactosidas sintetizadas pela levedura a partir dos clones tinham um grupo amino terminal diferente, puderam medir a meia-vida intracelular de cada uma. Os resultados foram surpreendentes: a meia-vida das diferentes espécies moleculares variou de menos de três minutos a 20 horas. Desses resultados, foi possível deduzir a chamada “Regra do N- (de amino) terminal”, que aparentemente determina que grau de estabilidade terá uma proteína no interior da célula (ver tabela).

Com esses dados experimentais, foi possível testar se a regra encontrada para as β -galactosidas se aplicaria também às proteínas cujos grupos amino terminais e

meias-vidas são conhecidos. Verificou-se que as 208 proteínas metabolicamente estáveis examinadas, pertencentes a células bacterianas ou eucarióticas (dotadas de núcleo), sem exceção, têm como grupo amino terminal aqueles aminoácidos que, pela regra do N-terminal, conferem vida longa às proteínas (metionina, serina, alanina, glicina, tirosina e valina). A única proteína de meia-vida curta cujo amino terminal é conhecido contém nessa posição uma arginina, um dos aminoácidos que determinam a menor meia-vida, segundo a regra do N-terminal.

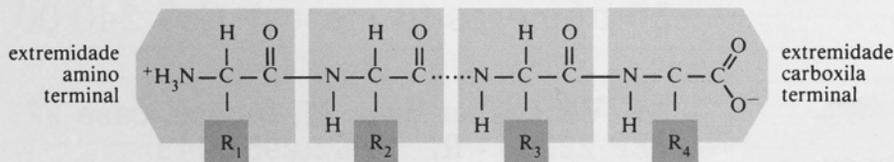
Qual é, então, o papel da ubiquitina? Na opinião desse grupo de pesquisadores, ela se ligaria aos grupos amino laterais da lisina, ajudando a desestabilizar a estrutura das proteínas “marcadas para morrer”.

Regra do N-terminal	
Grupo amino terminal	Meia-vida
Metionina Serina Alanina Valina Glicina	>20 horas
Isoleucina Ácido glutâmico	~ 30 min
Tirosina Glutamina	~ 10 min
Prolina	~ 7 min
Fenilalanina Leucina Lisina	~ 3 min
Arginina	~ 2 min

A regra do N-terminal explicaria também por que as bactérias, que não têm ubiquitina, são capazes de degradar proteínas tão bem como as outras células. Além do interesse teórico, essa descoberta pode ter aplicações práticas relevantes. Produtos farmacêuticos de natureza protéica, como as vacinas, poderão ter seus efeitos terapêuticos prolongados pela introdução, em sua extremidade amino terminal, daqueles aminoácidos que lhes conferem maior meia-vida. Se confirmada em outros tipos de célula, a regra do N-terminal ajudará a elucidar os mecanismos de controle da estabilidade metabólica das proteínas intracelulares.

* *Science*, vol. 234, n.º 4.773 (1986)

José Carlos da Costa Maia
Instituto de Química,
Universidade de São Paulo



R = radicais orgânicos de cerca de 20 tipos diferentes

As proteínas são cadeias de cerca de 20 tipos de aminoácidos ligados em diferentes combinações sequenciais, formando polímeros chamados polipeptídeos. Cada uma tem peso molecular, composição química e disposição tridimensional característicos. Além disso, tem também um sentido, já que suas extremidades são diferentes.

TODAS AS SEMANAS

Informe

31.1 6.2

Ao Leitor

Pesquisas "secretas" da CNEN - A Folha de São Paulo noticiou recentemente que existe uma pasta, pois parece que foi encerrada e a documentação relativa destruída). Uma pasta "secreta" em nome do presidente e de um dos diretores da CNEN. Sabendo-se que os registros movimentados são (ou eram) públicos, questiona-se a legalidade desta conta. O presidente da OAB e o procurador da República que examinaram o caso julgam que é ilegal. A questão porém não se esgota em seus aspectos jurídicos. Cabe também perguntar qual a finalidade destes recursos "secretos". Uma instituição de fomento à pesquisa científica como a CNEN deve ser pública e transparente à sociedade que a avalla e a financia. Imaginem o escândalo se um caso semelhante tivesse ocorrido em uma de nossas universidades estaduais ou federais! O fato é que a CNEN tem se envolvido não apenas em pesquisas civis, mas também em outras de caráter militar... Esta dupla personalidade da instituição preocupa a comunidade científica, particularmente aqueles que condenam o uso da pesquisa e da energia nuclear para fins militares. Na última reunião anual da SBPC aprovamos uma moção em que se recomendava a suspensão de toda a colaboração de instituições de pesquisas brasileiras voltadas à produção de armamentos. É urgente portanto, esclarecer a comunidade científica com a suposta CNEN civil.

Notícias

NUCLEAR
Armamentos

Teste americano - A explosão de uma bomba de 20 quilotons no subsolo de Nevada em dezembro decretada unilateralmente pela URSS a 6 de agosto de 1985. O Kremlim advertira em dezembro que retomaria seu programa de testes atômicos caso os Estados Unidos desistissem de seu próximo teste, o vigésimo nos últimos 18 meses. (OG 4/2)

Usinas

Mais 21 novos reatores - Apesar do acidente nuclear de Tchernobyl, crescem em todo o mundo a capacidade de produção das usinas nucleares. No ar do entraram em operação 21 novos reatores. Destes, seis foram na França e cinco na Alemanha. Atualmente, 15% de toda a energia elétrica produzida no mundo vem dos reatores atômicos que somavam, até o final de 1986, 270.232 megawatts: 21, na Alemanha Ocidental; 18, na França; 12, na Suécia; 8, na Espanha; 8, na Alemanha; 7, na Tchecoslováquia; 6, na Coreia; 6, na Índia; 6, em Formosa; 5, na Itália; 5, na Suíça; 4, na Bulgária; 4, na Finlândia; 3, na Hungria; 3, na Argentina; 3, na Polónia; 2 em cada; Brasil, Paquistão e Iugoslávia. (OG 5/2)

ASTROFÍSICA
História

Relógio planetário medieval - O Centro Internacional de História da Ciência criou recentemente com o objetivo de "humaneizar" a história da ciência um relógio planetário medieval. (OG 5/2)

Boletim Informativo da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, n.º 73, 31.1 a 6.2.1987

ASSINE

50 números (1 ano) Cz\$ 390,00
25 números (6 meses) Cz\$ 240,00

Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27
CEP 22290 - RJ Tel.: 295-9443

Válido até 30/07/87

Breves notícias sobre:

- Política científica
- Financiamento
- Ciência na imprensa
- Bolsas, prêmios e congressos
- Sociedades científicas - SBPC, Antropologia, Farmacologia, Física, Bioquímica e outras.



Os bestializados, de José Murilo de Carvalho. São Paulo, Companhia das Letras, 1987, 196 p.

Estamos frente a uma das mais sólidas contribuições da historiografia recente. Tendo por tema os primeiros anos da República — sobretudo a primeira década deste século —, o autor parte da conhecida e discutida afirmação de Aristides Lobo, quando ministro do Governo Provisório de Deodoro, segundo a qual o povo assistiu bestializado à proclamação da República. A frase já foi muito repetida, querendo significar a surpresa, ou, mais ainda, a indiferença com que o povo assistiu à mudança do regime.

Alguns historiadores contestam a idéia, vendo-a como não-reconhecimento da tradição republicana no país, viva em movimentos contestadores ainda na Colônia e no Império. Durante a Monarquia, a República aparece na palavra candente de políticos e jornalistas radicais e vai amadurecer com as crises advindas da troca de ministério liberal por conservador em 1868. Começa em 1870, com o fim da Guerra do Paraguai, o descrédito do trono, que vai sucessivamente perdendo apoios — Igreja, militares, latifundiários desgostosos com as leis de caráter abolicionista. O relativo crescimento populacional, a indústria incipiente e a diversificação dos segmentos sociais dão nova fisionomia ao país, sacudindo a velha estrutura simplista de senhores e escravos. Em 1870, verifica-se a instalação da Terceira República Francesa, com ressonâncias aqui. No mesmo ano funda-se o Partido Republicano. A monarquia era singularidade no continente, fazendo o Brasil suspeito entre as demais nações.

O debate entre a centralização e a descentralização atravessa a história do país, desde 1532, alternando-se as formas. A Constituição imperial de 1824 era eminen-

BESTIALIZADOS OU BILONTRAS?

temente unitária, centralizadora. A pregação de reforma não teve êxito, apesar do vivo debate em torno do federalismo. Em 1870, Tavares Bastos publica *A Província*, a denúncia mais séria do centralismo excessivo. Nos últimos anos do regime o ideal federalista é bem aceito, tornando-se até obsessão de políticos, administradores, jornalistas e publicistas como Rui Barbosa.

Em 1889, o país estava maduro para a mudança, principalmente por causa do fim do escravismo no ano anterior, sem indenização aos senhores. E a mudança foi feita por golpe militar, no episódio de 15 de novembro. Não era esperado tão próximo, mas não chegou a ser surpresa. O que houve de mais digno de nota foi a indiferença. E foi pensando nela que Aristides Lobo fez referência à atitude da maioria dos nacionais — bestializados ante o que se passava.

Já vai longe este comentário sobre o estranho título do livro, quando se pretende apenas sua resenha. Diga-se logo que o livro é importante. Tem algo de ensaio, na exposição clara, objetiva. Ao mesmo tempo, é de alta erudição, pelas pesquisas feitas em arquivos, em fontes primárias, jornais, revistas, relatórios.

Conhecedor do pensamento dos clássicos e de muito do mais moderno produzido em ciência social, o autor dispõe de instrumentos que lhe permitem análises seguras e densas, apreendendo o processo histórico no mais significativo, não como simples reconstituição, mas como interpretação. Essa conjugação da base empírica e do sentido interpretativo é que dá o tom superior do texto.

José Murilo de Carvalho não se formou em história, mas em sociologia e política, em universidade mineira, fazendo pós-graduação nos Estados Unidos. Jovem, já é autor de obra significativa: a primeira é “Forças armadas na Primeira República: o poder desestabilizador”, estudo aparecido em 1977 como capítulo da *História geral da civilização brasileira*; no ano seguinte, apresenta *A Escola de Minas: o peso da glória*; de 1980 é *A construção da ordem. A elite política imperial*, versão ampliada da primeira parte da tese de doutorado defendida em 1974.

Os bestializados, de 1987, tem mais refinamento analítico e melhor realização literária. É apaixonante segui-lo na análise do papel do Rio de Janeiro — aí está centrado o estudo — no começo da República. O segundo capítulo, “República e cidadanias”, é sutil e firma categorias, ilustradas nos dois capítulos seguintes: “Cidadãos inativos: a abstenção eleitoral” — revela a debilidade da vida política e como a República não cumpria quanto se esperava dela; “Cidadãos ativos: a Revolta da Vacina” — estuda o movimento de 1904. O quinto capítulo — “Bestializados ou bilontras?” — diz bem do quadro de ambigüidades do regime nascente.

Em momento como o atual, de tanta perplexidade política, vale a pena ler um texto como este, revelador da trama política em seus aspectos não visíveis aos olhos co-

15 de novembro

A Proclamação da República chegou às 10 horas da noite em telegrama lacônico.

Liberais e conservadores não queriam acreditar.

Artur Itabirano saiu para a rua soltando foguete.

Dr. Serapião e poucos mais o acompanhavam de lenço incendiário no pescoço.

Conservadores e liberais recolheram-se ao seu infortúnio.

O Pico do Cauê quedou indiferente (era todo ferro, supunha-se eterno).

Não resta mais testemunha daquela noite para contar o efeito dos lenços vermelhos ao suposto luar das montanhas de Minas.

Não restam sequer as montanhas.

Carlos Drummond de Andrade, Boitempo

muns; a apatia, o distanciamento do povo, usado apenas como elemento de manobra de interesses. Ontem como hoje, na primeira década do século e neste quase fim, quando os figurantes são outros, mas as jogadas são as mesmas, embora sob outras formas. Aqui, como em tudo o mais, o país pouco se renova. Daí a atualidade de *Os bestializados*. Bestializados ou bilontras? Os primeiros são o povo; os segundos, nas artimanhas e processos quase sempre pouco recomendáveis, espertalhões exploradores do povo, são os políticos quase sempre, em práticas vistas eufemisticamente como táticas ou estratégicas.

Francisco Iglésias

Faculdade de Ciências Econômicas,
Universidade Federal de Minas Gerais

A CIÊNCIA BRASILEIRA

Para atingir, no Brasil, um nível adequado de criação científica e tecnológica, não basta destinar maiores recursos ao setor. É necessário aplicá-los em atividades de alto rendimento multiplicador, capazes de garantir a reprodução de quadros científicos e a geração acelerada de conhecimentos e tecnologias inovadoras. Tal processo só poderá ocorrer com a velocidade e a profundidade desejadas se soubermos identificar os novos recortes disciplinares da ciência contemporânea e formas capazes de lhes dar formas institucionais apropriadas.

Esse é o pressuposto da proposta apresentada no documento *Exigências do desenvolvimento científico brasileiro no século XXI: um novo sistema de instituições científicas para o Brasil*, que reproduzimos aqui. Ele foi elaborado por um grupo de trabalho apoiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), com a participação de Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Erney Camargo (Instituto de Ciências Biomédicas/USP), Marco Antonio Raupp (Instituto de Pesquisas Espaciais/MCT), Roberto Lent (Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ), Silvio Salinas (Instituto de Física/USP) e Wanderley Guilherme dos Santos (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro). Pela Finep, integraram-se a este trabalho José Genival Leite, Lúcia Klein e Tjerk Franken (Departamento de Estudos para o Planejamento), Mário Machado (vice-presidente) e Reinaldo Guimarães (diretor). Em vários momentos, participaram também Antônio César Olinto (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Edmundo Coelho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Eduardo Viveiros de Castro (Museu Nacional/UFRJ), Isaías Raw (Instituto Butantan), Sérgio Rezende (Departamento de Física/UFPE) e Tullio Maranhão (Rice University, EUA).

1. Nas últimas décadas, a comunidade científica brasileira cresceu significativamente, ao mesmo tempo em que se multiplicaram as áreas de investigação. Pode-se considerar que o país tem hoje — salvo aspectos emergenciais facilmente enfrentáveis — um precioso patrimônio humano e institucional, base sólida para futuros programas de maior alcance. O recente debate, ainda vivo, sobre a indústria

nacional de informática despertou a sociedade para a brutal realidade da defasagem tecnológica e, ao mesmo tempo, para as possibilidades e promessas de um desenvolvimento científico-tecnológico nacional. Criaram-se, assim, condições políticas propícias à implantação de programas científicos mais ambiciosos.

A retomada do crescimento econômico e a reordenação institucional do país projetam-nos em direção ao século XXI, tornando possíveis planos mais ousados e inovadores que os concebidos até aqui. Desta forma, o Ministério da Ciência e Tec-

Nosso sistema científico deve abrigar grupos de vanguarda em todas as áreas do saber; o investimento nacional em C&T deve atingir, até o fim do século, 5% do PNB; o número de pesquisadores deve ser decuplicado. Estes são alguns objetivos que devemos buscar.

nologia (MCT) deverá considerar um conjunto de medidas que conduzam o país à fronteira do desenvolvimento científico internacional. Refletindo-se positivamente sobre o desenvolvimento econômico e a competitividade externa do país, isto por certo contribuirá para a solução da questão prioritária que é a elevação dos níveis de vida da população brasileira.

2. São estes alguns dos principais objetivos que devem ser contemplados no planejamento do desenvolvimento científico do país para além da virada do século:

(a) O sistema científico brasileiro deve abrigar grupos de vanguarda em todas as áreas do conhecimento humano — idéia que implica a rejeição do argumento colonizado de que o país não pode pretender competir internacionalmente, exceto em áreas de grande especificidade regional.

(b) O investimento nacional em ciência e tecnologia deve atingir, até o final do século, o patamar de 5% do PNB. Só assim a curva de crescimento do sistema científico nacional poderá sofrer uma inflexão positiva, capaz de aproximá-la em poucas décadas da curva correspondente dos países desenvolvidos.

(c) O número de pesquisadores e técnicos deve ser multiplicado por um fator dez, de modo a se criar uma demanda qualificada crescente, que acompanhe o incremento dos recursos. Esse fator de multiplicação, que nos aproximaria da proporção cientista/habitante própria dos países desenvolvidos, implica um grande esforço de formação de quadros que envolve, necessariamente, o recurso sistemático à importação de cientistas estrangeiros e, por outro lado, o envio de estudantes e pesquisadores brasileiros ao exterior.

(d) Tal programa científico exige ampla informação e um esforço de esclarecimento junto à opinião pública e seus representantes, sem o que não haverá condições para realizá-lo.

3. Para alcançar estas metas de crescimento científico é necessário, além da reformulação e do fortalecimento do sistema universitário, o desenvolvimento de um ambicioso programa de criação de novas instituições de pesquisa que leve em conta as confluências multidisciplinares que vêm se formando na linha de frente do conhecimento científico atual.

A melhor estratégia para levar a cabo tal programa seria estimular o surgimento de novos e diversos formatos institucionais universitários e extra-universitários, de modo a contornar o recorte ortodoxo tradicional que caracteriza nossas atuais instituições de pesquisa.

Uma reflexão sobre a dinâmica da investigação científica contemporânea nos levaria, por exemplo, a ligar um laboratório de inteligência artificial a um departamento ou instituto de neurociências — inexistente entre nós —, em lugar de associá-lo a um departamento de física. Um laboratório de genética de plantas estaria melhor situado num departamento de biologia celular que num departamento de botânica, e assim por diante. A existência em nosso país de um instituto de pesquisa espacial como o Inpe representa já o reconhecimento da necessidade de novos recortes, que muitas vezes não coincidem com aqueles estabelecidos pelas disciplinas acadêmicas.

Pode-se discutir em que medida esses novos recortes têm um significado mais profundo, refletindo novos esquemas classificatórios dos campos da ciência.

A lentidão do desenvolvimento científico brasileiro face ao explosivo crescimento científico internacional faz suspeitar que

RUMO AO SÉCULO XXI

as causas não se relacionam simplesmente com a carência de recursos materiais e humanos, estando também, e talvez fundamentalmente, ligadas à estrutura ou modo de organização das nossas instituições científicas.

Embora seja crucial desenvolver a pesquisa nas universidades, estas não podem constituir a base exclusiva do nosso sistema científico. O empreendimento científico atinge em nossos dias um grau de especialização e de especificidade estrutural que muitas vezes conflita com as exigências que a sociedade abrangente impõe à universidade, exigências vinculadas à formação de quadros profissionais capazes de desempenhar funções sociais que pouco têm a ver com a prática da pesquisa científica. Isto significa que é necessário prever a criação de institutos de "4º grau", isto é: voltados especificamente para a formação de pesquisadores, seja no âmbito de universidades que percebam a necessidade de investir nessa direção, seja em novas instituições extra-universitárias, exclusivamente voltadas para a pesquisa e a pós-graduação.

Essa direção de desenvolvimento permite antever um cenário científico para o século XXI em que despontariam novos complexos universitários de "4º grau", verdadeiros *campi* científicos que reuniriam institutos ou departamentos desvinculados da formação de profissionais tradicionais e exclusivamente dedicados à pesquisa e à formação de cientistas em todas as áreas do conhecimento. Quando surgirem no âmbito das atuais universidades, essas novas instituições contribuirão para renová-las e impulsionarão sua capacidade de gerar novos conhecimentos.

4. Para a implementação de um programa como o proposto, será necessário, antes de mais nada: (a) identificar as novas disciplinas que apresentem importância crucial para o desenvolvimento científico futuro; (b) elaborar uma estratégia para o desenvolvimento institucional de cada uma delas.

Entre as ciências da vida, por exemplo, atravessam fases ascendentes de inovação a biologia molecular, a imunologia, as neurociências e as ecociências. No caso da primeira, assume particular interesse para o Brasil a biologia molecular do parasitismo, que conflui com a imunologia, pelo menos nos aspectos relativos ao reconhecimento celular. Entre as ciências físicas, parecem

estar em ascensão o estudo de materiais e dispositivos avançados, a física de plasmas, a óptica quântica e as ciências espaciais e atmosféricas. A física experimental de alta energia também tem apresentado grande desenvolvimento sob a forma de empreendimentos conjuntos multinacionais. Na matemática, registra-se a influência crescente dos métodos computacionais. Também nas ciências humanas tem havido experiências interessantes, como o estudo de problemas de ciência política através de enfoques multidisciplinares que incluem a teoria matemática dos grafos, a

É preciso identificar os novos recortes da ciência e criar formas institucionais adequadas para expressá-los. Só assim poderemos reproduzir nossos pesquisadores e gerar, de forma acelerada, novos conhecimentos científicos e tecnologias inovadoras.

teoria antropológica da geração de identidades sociais, a teoria da retórica e da pragmática lingüística e a lógica modal.

A identificação das áreas de grande potencial inovador não deve, entretanto, dar lugar a exclusões. Em se tratando de áreas novas, será difícil avaliar com precisão seu significado prospectivo, e certo nível de risco deve ser aceito como inerente aos processos de desenvolvimento científico planejado. Além disto, a estratégia de institucionalização da pesquisa nessas novas áreas variará necessariamente. Em alguns casos, haverá um número mínimo de pesquisadores ativos no campo, interessados em constituir uma nova instituição. Em outros, será preciso atrair cientistas estrangeiros e/ou enviar estudantes e jovens pesquisadores ao exterior, como se fez na origem da física e da genética em nosso país. Por vezes, haverá interesse das universidades em criar institutos de pesquisa em algumas novas disciplinas. Em outras circunstâncias, caberá ao MCT a ousadia de criá-los, fora da universidade. Seria preciso que o MCT incorporasse explicitamente aos seus objetivos o estímulo aos experimentos institucionais de atuação multidisciplinar, seja na universidade, seja fora dela.

Finalmente, é importante considerar algumas diretrizes que deverão orientar a estruturação dessas novas instituições científicas, algumas das quais representam princípios já identificados pela comunidade científica com base na crítica ao atual sistema de pesquisa.

Entre essas diretrizes, destacam-se: (a) as novas instituições deveriam ser concebidas como federações de laboratórios, com direção colegiada que reduzisse ao máximo sua burocratização; (b) a infra-estrutura das novas instituições deveria ser financiada orçamentariamente, e os laboratórios financiados por médio/longo prazo (3-5 anos), com grande flexibilidade na aplicação de recursos; (c) os pesquisadores seriam contratados por prazos definidos (6-10 anos), seguidos de recontratação condicionada a avaliação de desempenho por comitês de pares que incluiriam profissionais não pertencentes à instituição; (d) a carreira científica deveria ser estimulada por salários condignos, gratificação por dedicação plena, concessão de ano sabático etc; (e) os técnicos seriam também contratados por períodos definidos, seguidos de avaliação de desempenho para recontratação; (f) a carreira técnica seria estimulada por remuneração compatível com o mercado de trabalho de cada especialização; (g) as novas instituições ofereceriam cursos de pós-graduação (mas não de graduação), centrados na produção intelectual/científica, e não na "formação curricular".

5. Em seu esforço de desenvolvimento, o Brasil enfrenta pelo menos um dilema crucial: como atingir um nível de criação científica e tecnológica compatível com as dimensões alcançadas pela economia do país e as exigências de bem-estar social da população? Para resolvê-lo, não basta destinar maiores recursos à ciência, é necessário aplicá-los em direções de alto rendimento multiplicador. Parece claro que os recursos serão bem aplicados se resultarem na reprodução de quadros científicos e, simultaneamente, na geração acelerada de novos conhecimentos científicos e de tecnologias inovadoras. A presente proposta baseia-se no pressuposto de que esse processo só poderá ocorrer com a velocidade e a profundidade desejadas se soubermos identificar os novos recortes disciplinares da ciência contemporânea e formas capazes de lhes dar formas institucionais apropriadas. ■

Caderneta da Caixa

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

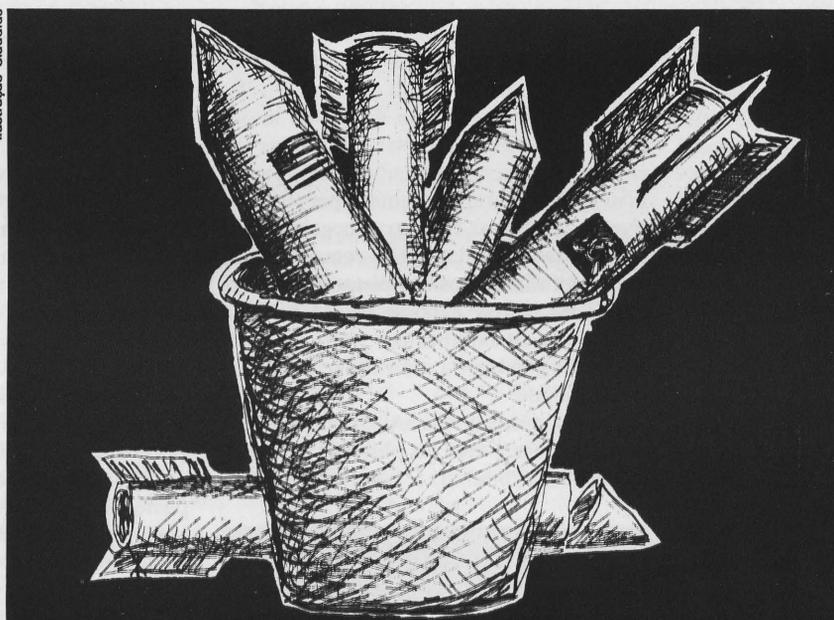
Esta é a maior, melhor e mais segura caderneta de poupança do País.

O xadrez nuclear: caminhos do desarmamento

Daniel R. Bes

Departamento de Física, Comissão Nacional de Energia Atômica da Argentina

ilustração Claudius



No dia 21 de janeiro último, recebi um convite para participar de um fórum — que aconteceria em Moscou, entre 14 e 16 de fevereiro — dedicado ao estudo de uma redução drástica das armas nucleares. O convite vinha assinado por E. Velikhov (Academia de Ciências da URSS), em nome

de um Grupo de Iniciativa. Muitos dos que recebemos o convite, em diferentes países, tivemos dúvidas se deveríamos aceitá-lo, pois não há nada gratuito. Minha incerteza terminou quando conheci a lista dos integrantes do Grupo de Iniciativa, cujos nomes asseguravam a seriedade da reunião. Outros convidados argentinos foram R. Boix Amat (presidente da Federação Latino-americana de Associações Nucleares e membro do Grupo de Iniciativa) e J.F. Westerkamp (do Movimento de Paz e Vida). Foi convidado o brasileiro Leopoldo F. de Meis, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com quem também foi um prazer trabalhar.

O fórum ocorreu dentro do quadro político posterior à reunião de Reykjavik (outubro de 1986). Esta reunião significou um passo positivo no processo de desarmamento nuclear, embora não tenha chegado a ser o passo decisivo. Foram aceitas, entre outras medidas, 50% de redução nas armas nucleares estratégicas (com alcance de mais

de 5.000 km e transportadas por mísseis intercontinentais, os ICBM), a eliminação de mísseis nucleares de alcance intermediário (*intermediate nuclear missiles*, INM) na Europa e sua redução substancial na Ásia por parte da URSS. O desacordo resultou da insistência de R. Reagan no sentido de que os Estados Unidos prossigam com o desenvolvimento e a implantação da Iniciativa de Defesa Estratégica (*strategic defense initiative*, SDI, ou guerra nas estrelas) e o rechaço desta atitude por parte de M. Gorbachev. Negociações posteriores em Genebra não permitiram sair do impasse. Entretanto, os Estados Unidos continuaram com os testes nucleares, enquanto que a União Soviética declarou uma moratória unilateral (atualmente interrompida).

Na realidade, houve em Moscou oito fóruns paralelos: além dos cientistas, reuniram-se médicos, homens de negócios, políticos, religiosos, artistas e escritores, oficiais reservistas da OTAN e do Pacto de Varsóvia e ecologistas. O jornalismo oci-

dental passou outra imagem geral da reunião: Claudia Cardinale, Paul Newman, Gregory Peck, Yoko Ono e outras personalidades famosas, vestidas por Pierre Cardin, se reuniram em Moscou para realçar o discurso de Gorbachev. Sem dúvida, no fórum científico foram tratados problemas impor-

antes de desarmamento que o público latino-americano, em particular, e o ocidental, em geral, devem conhecer. É o único sobre o qual posso informar, pois não houve interação entre as diferentes reuniões.

A primeira sessão de nosso fórum foi presidida por G.B. Marini-Bettolo, da Universidade de Roma e da Academia Pontifícia, além de membro correspondente e representante habitual na Europa de nossa Academia Nacional de Ciências Exatas e Naturais. O título da sessão foi: "Drástica redução das armas nucleares como passo para a sua completa eliminação". Creio que as duas contribuições principais foram as de F. von Hippel e de J. Wiesner (Universidade de Princeton e Instituto de Tecnologia de Massachussets, respectivamente), cujo conteúdo resumo assim: apesar das tentativas, durante os últimos 40 anos, de tornar usáveis as armas nucleares, a única utilidade militar das mesmas con-

tinua sendo a de dissuadir o inimigo de empregá-las. Não são usáveis como armas, pois se um primeiro ataque maciço poderia eliminar muitos silos nucleares fixos do inimigo, este manteria um arsenal (em submarinos, bombardeiros ou silos não destruídos) suficiente para arrasar o agressor. Em virtude destas características e a partir de um número suficiente de ogivas, a segurança que dão as armas nucleares não é proporcional a seu número. Quanto é suficiente? Há 20 anos, um informe de R. Mc Namara, então Secretário de Defesa dos EUA, assegurava que bastavam 200 ogivas nucleares para destruir a URSS. Hoje, poderiam, inclusive, ser menos, por causa da maior confiabilidade dos mísseis. O critério de segurança, que se baseia no número de armas, é válido para as armas convencionais da pré-guerra. Sua aplicação indevida às armas nucleares fez as superpotências produzirem um arsenal de 50.000 ogivas — cem vezes mais que as necessárias, de acordo com a estimativa de Mc Namara. Esta acumulação não produz mais segurança, mas a diminui, pois aumenta a probabilidade de acidente, erro, alienação mental dos operadores etc. A lembrança do acidente nuclear de Tchernobyl esteve sempre presente no fórum. Para diminuir a instabilidade existente, faz-se necessária uma

redução de 90% nos arsenais nucleares.

Outra conseqüência do caráter especial das armas nucleares é que o desarmamento pode ser iniciado de forma unilateral. Houve sugestões de que a União Soviética poderia iniciá-lo já. De qualquer maneira, a solução estaria mais próxima com um desarmamento bilateral. Começou então uma partida de xadrez, mais ou menos complicada, em que tanto von Hippel como A.A. Kokoshin (Academia de Ciências da URSS) esboçaram as possíveis etapas sucessivas, começando com a eliminação de 50% das ogivas estratégicas, proposta em Reykjavik. O objetivo seria chegar eventualmente a umas 200 cargas nucleares por superpotência, após o que a situação deveria ser reestudada. Embora o tema da sessão implicasse a eliminação completa das armas nucleares, Wiesner argumentou que o equilíbrio não se alteraria se uma superpotência tivesse 200 ogivas e a outra chegasse a duplicar esta quantidade. Em compensação, se fossem eliminados completamente os arsenais nucleares, a posse oculta de uma meia dúzia de bombas por parte de qualquer país produziria uma situação de alta instabilidade.

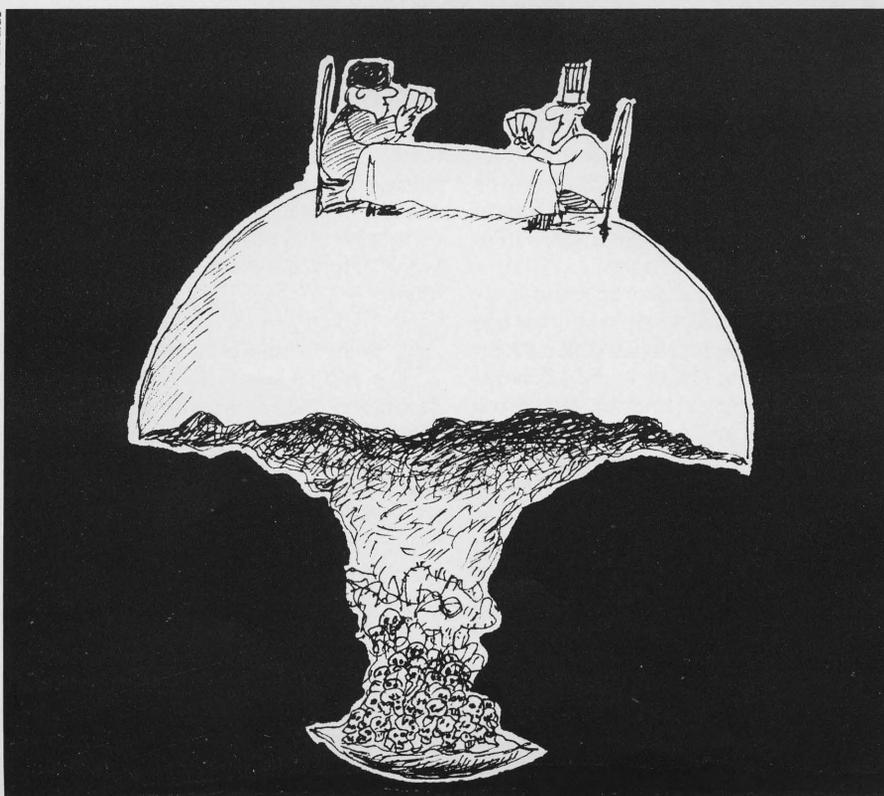
Foram também discutidas as soluções técnicas para o uso do plutônio existente nas armas a eliminar. É possível empregá-

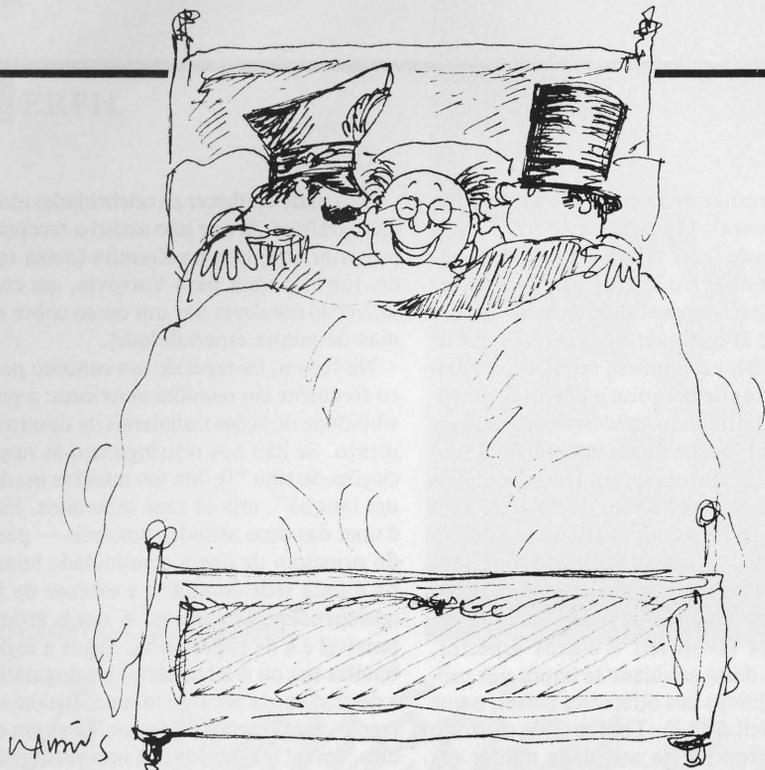
lo como combustível em reatores que produzem energia elétrica e cujo desenho haveria talvez que otimizar (E. Amaldi, Universidade La Sapienza, de Roma, e V.I. Goldansky, Instituto de Química e Física, URSS).

O Sul foi representado por meu compatriota Boix Amat, que relacionou as necessidades insatisfeitas do Terceiro Mundo com a corrida armamentista. Acrescentou que a afirmação de que os arsenais nucleares garantiram 40 anos de paz não leva em conta centenas de guerras que ocorreram no Terceiro Mundo — muitas delas produzidas por tensões causadas pelo empobrecimento, algumas incluindo-se entre as mais cruéis da história. Amat defendeu uma ordem mais justa entre as nações.

Na segunda sessão — presidida por O. Nathan, reitor da Universidade de Copenhague (com quem mantenho uma colaboração de muitos anos em física nuclear básica) — foram abordados o desarmamento nuclear e a segurança européia. R. Peierls, da Universidade de Oxford, declarou que a OTAN se sente fraca frente ao Pacto de Varsóvia em matéria de armas convencionais. Na Europa, as armas táticas nucleares e os INM (sistemas de alcance mais curto, para serem usados no campo de batalha) desempenham o papel de garantir uma participação dos EUA em caso de um ataque do Leste. O propósito é mais político que militar. Embora haja a possibilidade de eliminar as armas nucleares da Europa (Reykjavik, Genebra), isso poderia gerar uma corrida armamentista em armas convencionais. Para solucionar este problema, foi desenvolvido durante os últimos anos o conceito de “defesa não ofensiva” (contribuições de A. Boserup, Universidade de Copenhague, e de R. Neils, Universidade de Cambridge e membro do Parlamento inglês). O objetivo é que ambos lados (OTAN e Pacto de Varsóvia) estejam convencidos de que têm defesas suficientes. Não se consegue isto mudando o tamanho relativo dos dois exércitos, mas a estrutura dos mesmos, para que sejam mais fortes defensiva que ofensivamente. As unidades atuais, de alta mobilidade, constituem forças de ataque. Descendem das divisões Panzer alemães, que serviram quando o propósito era a guerra, e não a paz. A implementação de uma defesa não ofensiva requer um esforço conjunto para mudar a ênfase das estruturas militares, ainda que muito possa também ser feito através de medidas unilaterais. São necessárias discussões, tanto em níveis oficiais

Ilustrações Claudius





como extra-oficiais, para eliminar do arsenal as armas ofensivas mais temidas pelo adversário.

Estes conceitos poderiam aplicar-se igualmente para regular as relações entre os exércitos da América Latina, especialmente entre os do Brasil e da Argentina. A bibliografia que consegui sobre o tema está à disposição dos interessados.

A quarta sessão, presidida por A.H. Stiller (Instituto Central de Física da Terra, República Democrática Alemã) tratou da proibição dos testes nucleares e da detecção dos mesmos. Concluiu-se que os métodos sísmicos atuais são suficientemente confiáveis para detectar qualquer explosão acima de um quiloton. Este fato foi verificado através de uma colaboração entre URSS e EUA, que incluiu a instalação de estações monitoras em Semipalatinsk (URSS). Também foi discutido o método Cortex, recentemente proposto pelos Estados Unidos, que, por enquanto, requer demasiada informação sobre a configuração do terreno na zona da explosão.

A. Sakharov (Academia de Ciências da URSS) assinalou que as explosões nucleares são necessárias apenas para desenvolver novas armas. Métodos recentes tornaram desnecessárias as explosões para verificar o estado das armas antigas. Esta desculpa deixou de ser válida para o prosseguimento das explosões nucleares.

Na quinta sessão ("Ciência mundialmente aberta"), presidida por Velikhov, os prêmios Nobel A. Salam (Centro Internacional de Física Teórica, Itália) e S. Ting (Instituto de Tecnologia de Massachussets) descreveram seus projetos internacionais.

Deixei para o final o comentário da terceira sessão, porque seu tema — "Desarmamento nuclear, defesa estratégica (SDI, guerra nas estrelas) e tratado ABM (mísseis antibalísticos)" — está relacionado com o impasse de Reykjavik e, portanto, com o centro da problemática atual. Antes de continuar a comentar o fórum, porém, será preciso descrever o que há por trás destas siglas.

O tratado ABM foi firmado em 1972 pelas duas superpotências. Seu objetivo era preservar a estratégia da dissuasão, impedindo que se privilegiasse a defesa. O artigo I do tratado proíbe instalações de sistemas ABM nacionais ou regionais, instalações que ficavam circunscritas a dois lugares por superpotência. O tratado tem sido geralmente respeitado, apesar de declarações políticas no sentido contrário. As violações principais são o radar soviético instalado em Krasnojarsk e outros dois nos EUA. Com o tratado se evitaram a inversão de recursos imensos numa atividade improdutiva e a possibilidade de que uma superpotência adquirisse capacidade para efetuar um primeiro ataque sem temer a represália.

Ao colocar a ênfase na defesa, a "guerra nas estrelas" (SDI) representa uma mudança fundamental de política. Os projéteis ICBM prevêem uma fase inicial de lançamento no próprio país, uma intermediária no espaço e uma final de ataque ao país-alvo. Os sistemas ABM, desenvolvidos até agora, eram aplicáveis somente a esta última fase. Com o advento da SDI, a destruição do míssil atacante poderá ocorrer na primeira fase. Os mísseis atacantes serão

detectados, por exemplo, por sensores situados em satélites. Mísseis do país atacado partem de submarinos (situados perto do atacante), levando bombas nucleares cujas explosões produzem os *laser* de raios-X. Estes últimos, por sua vez, destroçam os mísseis atacantes. A duração da operação é pouco menor que a da fase inicial de ataque (uns três minutos) e, em consequência, a decisão de fazer explodir alguns milhares de bombas nucleares deve ser tomada por um computador, sem intervenção humana. A proposta inicial da SDI se baseou em tecnologias a desenvolver (*laser* de raios-X, *laser* químicos e outras). As críticas da comunidade científica norte-americana, a ausência de progressos espetaculares e a crescente sofisticação na discussão do tema, por parte do Congresso dos EUA, produziram uma nova versão da SDI, com o objetivo de acelerar sua implantação. Nesta versão, é proposta a substituição de armas exóticas por mísseis convencionais com capacidade sensorial para dirigir-se ao míssil atacante e destruí-lo por choque. São as armas cinéticas (*kinetic killers* ou KK). Estes projéteis, ao contrário dos raios-X, não se movem à velocidade da luz, de modo que deverão ser dispersados por meio de satélites orbitando sobre o país atacante. Para uma interceptação com 90% de probabilidade de acerto, estimam-se ser necessários 11.000 KK (presumindo os ICBM soviéticos atuais) ou 66.000 KK (se levarmos em conta os possíveis incrementos na velocidade dos ICBM na época da instalação da SDI). Neste último caso, estima-se o custo do programa em 270 bilhões de dólares.

A terceira sessão foi presidida por J. Rotblat (Universidade de Londres e secretário-geral do Movimento Pugwash). Num primeiro momento, fiquei decepcionado com esta sessão porque: 1) não houve discussão sobre os aspectos técnicos da SDI, embora houvesse participantes do fórum pertencentes a laboratórios onde o programa se desenvolve; 2) o projeto foi qualificado, simultaneamente, como tecnicamente impossível e potencialmente desestabilizador (o que me lembrou as duas desculpas do marido: "não saí com mulher alguma e além do mais não era loura"). Sem dúvida, numa segunda elaboração, a contradição deixou de ser tão evidente. O propósito inicial da SDI era o de criar uma capacidade defensiva total para os EUA. Aparentemente, isto não é factível. Mas o investimento de centenas de bilhões de dólares em novas tecnologias levará ao desenvolvimento de novas armas "exóticas", ▶

uma das quais pode ser o *laser* de raios-X. Isto é desestabilizador, porque uma crise tem mais probabilidade de ser superada se cada um dos adversários tiver uma idéia adequada das armas com que o outro conta. Outras conseqüências serão, por exemplo, uma nova corrida armamentista de armas exóticas, a localização de armas nucleares ou exóticas no espaço e o desenvolvimento de tecnologias anti-satélites.

A implantação da SDI no espaço é incompatível com o tratado ABM de 1972. A chamada interpretação "ampla" sustenta que o tratado só é aplicável para tecnologias em uso em 1972. Isso equivale a uma revisão unilateral do tratado por parte dos Estados Unidos. Mas as atividades atuais em torno da SDI são compatíveis com o tratado, que permite a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas ABM em laboratórios. Houve várias propostas para melhorar a redação e, em conseqüência, a eficácia dos tratados existentes, em particular do ABM.

Cientistas norte-americanos, ingleses e japoneses apresentaram declarações contrárias à SDI, mas de caráter puramente emocional. Pessoalmente, este tipo de apresentação não me convence.

Notei uma preocupação manifesta dos participantes soviéticos a respeito da SDI. Isto se explica por ser a URSS uma superpotência tecnológica e economicamente mais fraca. Esta preocupação se traduziu em duas posições contrapostas. Sakharov sugeriu que o governo da URSS separasse as discussões e negociasse primeiro a eliminação dos ICBM e INM. Somente depois se deveria discutir a SDI. Assinalou as deficiências técnicas da SDI e previu que o projeto não chegará a ser instalado no espaço. A opinião oficial soviética foi aparentemente exposta por Kokoshin, que insistiu na correlação entre todas as medidas de desarmamento. No entanto, os progressos que ocorreram nas discussões de Genebra, posteriores ao fórum, sugerem uma flexibilidade maior na posição soviética.

Kokoshin mencionou ainda progressos recentes que possibilitam o rastreamento dos submarinos nucleares, combinando técnicas hidroacústicas, magnéticas e de luminescência. Uma investigação sobre este tema também poderia ser desenvolvida conjuntamente pelas marinhas da Argentina e do Brasil, num contexto de armamentos defensivos não ofensivos, com prioridade para o desenvolvimento de submarinos nucleares.

Quem mais profundamente tratou o problema da SDI foi, a meu ver, M. Thee (Ins-

tituto Internacional para a Pesquisa da Paz, Noruega): 1) por causa do fracasso do propósito de fazer utilizáveis as armas nucleares, o objetivo atual é desenvolver armas qualitativamente diferentes (as armas exóticas); 2) qualquer que seja o ponto de vista (social, econômico, político), a atividade militar de pesquisa e desenvolvimento é parte íntima do *establishment*. Em escala global, ocupa quase um milhão de engenheiros e cientistas, com recursos anuais da ordem de cem bilhões de dólares. Esta atividade inclui a conceitualização e desenvolvimento de novas armas, o que leva de dez a 15 anos, o constante aperfeiçoamento das anteriores, a análise dos casos menos favoráveis e outros aspectos; 3) a força desta atividade se impôs nos processos políticos dos diferentes países, o que torna difícil detê-la. Thee propôs o estudo das leis próprias da atividade militar em pesquisa e desenvolvimento para que se chegue a seu controle, sem o qual a ferocidade da corrida armamentista não poderá diminuir.

Para que serviu, em resumo, a reunião de Moscou? O fórum centrou a atenção numa nova oportunidade para a humanidade, que surge como conseqüência de Reykjavik. Há um ano, ninguém teria considerado séria uma discussão sobre o problema do desarmamento nuclear. Durante o último quarto de século, houve numerosos acordos para controle de armamentos (conceito muito mais restritivo do que o de desarmamento), sem que se alcançasse uma só redução significativa dos mesmos. Mas, como sublinhou Sabin, para que se cumpram os propósitos de desarmamento é necessário dissipar a desconfiança entre as duas superpotências — desconfiança justificável até agora por parte de ambas. Sakharov reclamou do governo da URSS a liberdade de informação, traslado e residência, a soltura dos presos de consciência e outras medidas, para a dissipação da desconfiança. Se é certo que Gorbachev iniciou o caminho para estas reformas, sabemos que as burocracias repressivas não são fáceis de desmantelar. Uma conseqüência positiva do fórum foi a de ter, possivelmente, aprofundado a posição de Gorbachev dentro da URSS. A sessão do último dia teve lugar no Kremlin, no salão onde se reúne o Soviete Supremo. Lá se juntaram os oito fóruns, dando-se a palavra ao representante de cada um deles. A continuação foi o discurso de Gorbachev. Alguns esperavam um anúncio espetacular em matéria de desarmamento. Não houve.

Não pude conhecer as celebridades cinematográficas, já que não assisti à recepção posterior conjunta no Kremlin (nessa tarde, tomei o trem para Varsóvia, em cuja universidade devia dar um curso sobre temas de minha especialidade).

No fórum, foi repetido um conceito pouco freqüente em reuniões anteriores: a possibilidade de ações unilaterais de desarmamento. Se não nos restringirmos às negociações do tipo "te dou um míssil se me dás um tanque", cria-se uma esperança. Esta é uma das duas atitudes possíveis — parte do princípio de que a comunidade humana é uma rede complexa e extensa de interdependências mútuas. A outra atitude possível é a da supremacia. Segue a lógica binária (eu ou o adversário) e é dogmática e destrutiva até consigo mesma. Inevitavelmente, gera reações de desconfiança em cadeia, em tal magnitude que nem mesmo um acúmulo de explicações (leia-se diplomacia) pode dissipar. Numa cena de um filme sobre Tchernobyl, exibido no fórum, um homem é surpreendido ao pescar em local proibido por causa da alta contaminação radioativa da água. Segundo ele, seu corpo já estava acostumado à radiação (até aquele momento, nada lhe acontecera). No fórum de Moscou, apareceram sinais de que a atual atitude da humanidade frente aos armamentos é similar à do pescador no filme.

Muitos me têm perguntado pela vida em Moscou. Lá chegamos dois dias antes do início do fórum — foram poucos dias, portanto, para dar uma resposta-séria. A organização no hotel Kosmos, onde nos hospedamos e reunimos, foi irrepreensível. As guias, encantadoras e eficientes. Recordo visitas a museus, ao Kremlin e, sobretudo, duas noites inesquecíveis no Bolshoi e no Stanislavsky. O espetáculo de longas filas a muitos graus abaixo de zero e a impassibilidade dos rostos russos, quando nós, os convidados da Academia de Ciências, passávamos à sua frente, me fizeram sentir algumas das muitas vantagens de se ter insignias na URSS. O meu ingresso como *vip* em Moscou diferiu de meu retorno, vindo de trem da Finlândia: desta vez, tive que mostrar todos os livros e revistas que levava. Não esqueço a responsabilidade da Academia de Ciências na exclusão de centenas de pesquisadores por haverem tentado emigrar. Mas também penso que o regresso de Sakharov e, sobretudo, o fato de que a União Soviética tenha seguido suas sugestões nas últimas reuniões de Genebra simbolizam mudanças importantes que podem estar ocorrendo na sociedade soviética. ■

SOJA

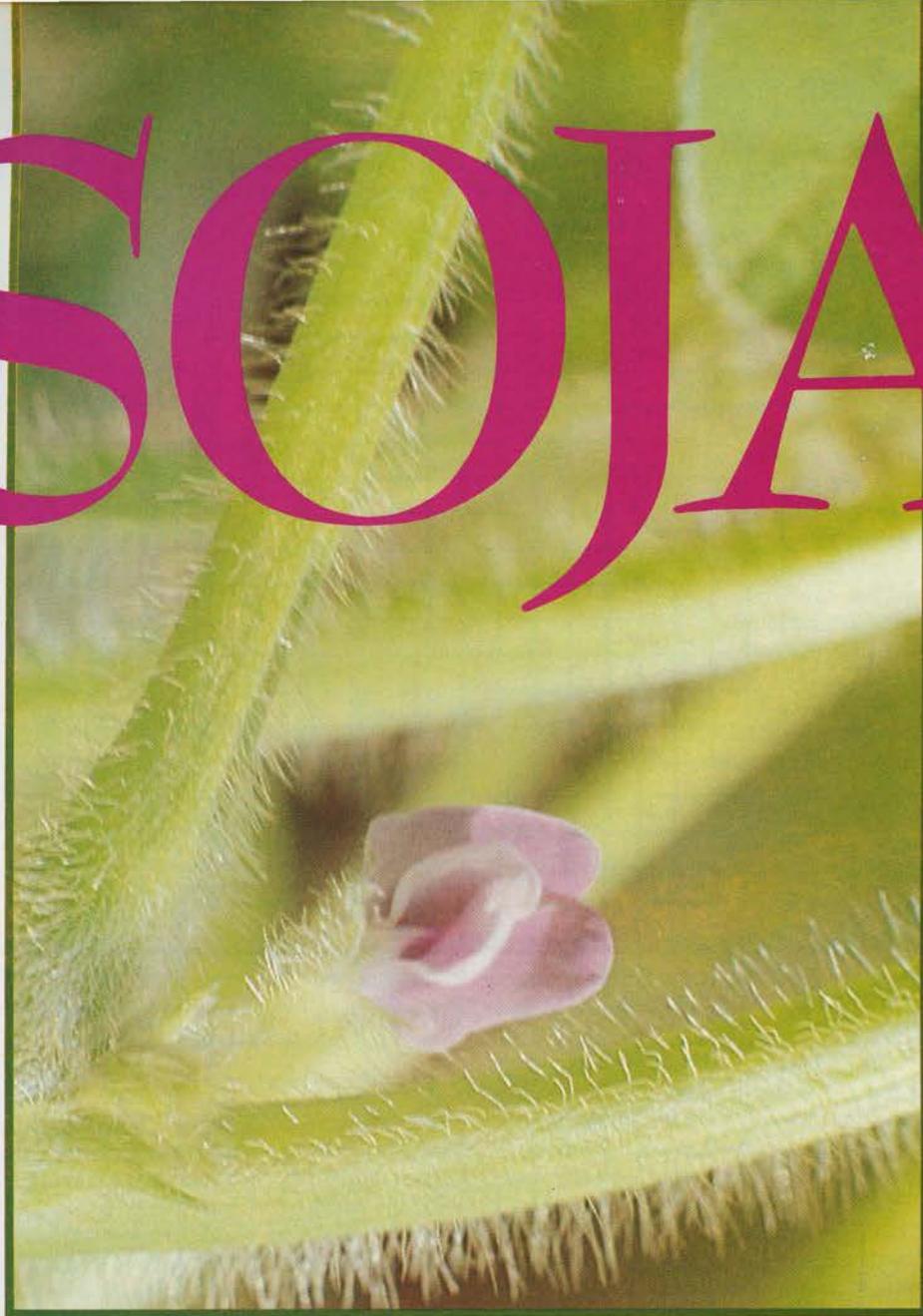


foto A. R. Panizzi

PROTEÍNA PARA MILHÕES

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

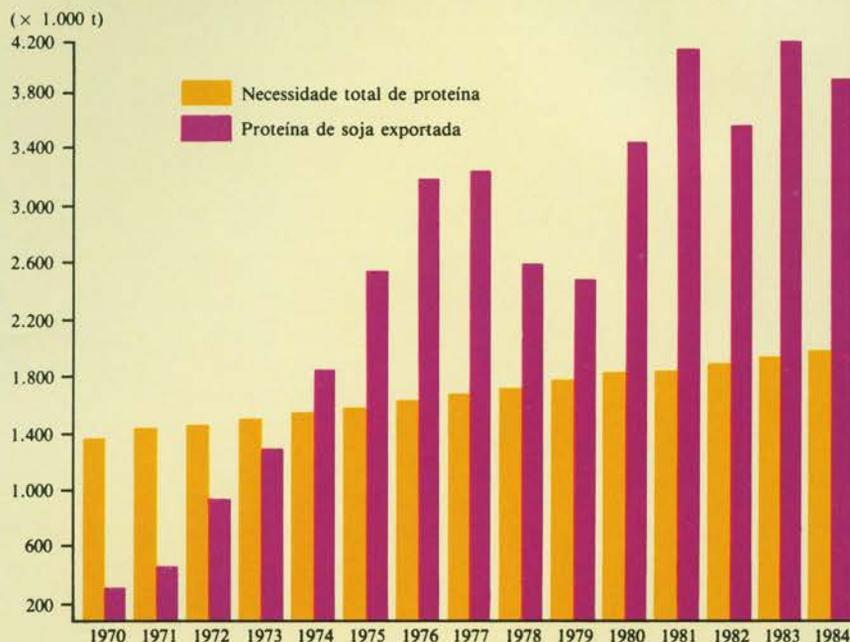
Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Melhorar o balanceamento de aminoácidos essenciais, aumentar o teor de proteína, adequar a aparência, diminuir a presença de fatores antinutricionais e modificar o sabor são alguns desafios colocados aos cientistas que trabalham com a soja, leguminosa plantada em grande escala e que apresenta alto valor nutritivo, especialmente se ingerida junto com cereais.

Dezenas de milhões de brasileiros vivem em estado de desnutrição. Grave por si só, este fato se torna patético quando se constata que não deriva de uma eventual insuficiência na produção de alimentos, mas da forma como estes são distribuídos e do baixo poder aquisitivo da população. Para ficar apenas em um exemplo que agora nos interessa diretamente: desde 1980, nosso país exporta a cada ano uma quantidade de soja (*Glycine max*) que corresponde a quase o dobro das necessidades protéicas de toda a sua população. Para chegar a tal resultado, basta utilizar os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (necessidade média de 15 quilos de proteína por ano por habitante), os resultados dos censos (cerca de 135 milhões de habitantes) e dados oficiais sobre o desempenho dessa lavoura. Em 1982, por exemplo, produzimos 4.169.148 toneladas de proteína de soja, 85,6% das quais foram destinadas ao mercado externo (figuras 1 e 2).

Com uma safra anual média de 14 milhões de toneladas, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja (ver "O

1 Necessidade total de proteína para consumo humano no Brasil e proteína exportada na forma de grãos e farelo de soja



Fonte: Instituto de Tecnologia de Alimentos

O AVANÇO DA SOJA NA PAISAGEM BR

No final dos anos 60, o plantio da soja no Brasil começou a apresentar rápida expansão. Ao mesmo tempo em que o país iniciava um esforço de promoção de suas exportações, visando à obtenção do aporte financeiro necessário para o período de crescimento econômico acelerado, que então gestava, ocorria uma ampliação do mercado mundial de soja e seus derivados.

A política adotada pelo governo brasileiro incluiu a criação de linhas especiais de crédito a juros subsidiados e a concessão de isenções tributárias e de créditos-prêmios às exportações. Na área cambial, a prática de minidesvalorização do cruzeiro frente ao dólar reduziu, consideravelmente, a variação da taxa de câmbio, em termos reais, ao longo de cada ano. Reservava-se à agricultura a tarefa de gerar divisas através da exportação de produtos tradicionais e de, no plano interno, fornecer alimentos aos centros urbanos, a preços suficientemente baixos, de forma a minorar as pressões altistas sobre os salários industriais.

No mercado internacional, as cotações da soja e seus derivados tiveram grande incremento, graças ao crescimento simultâneo dos rebanhos na Europa Ocidental e nos Estados Unidos, onde o plantel bovino esteve quase estagnado até o início dos

anos 70. Em consequência, cresceu muito a demanda por soja, em especial para o fabrico de rações. O desequilíbrio entre a oferta e a demanda tornou-se ainda mais sério no ano-safra 1972/73, por causa das quebras registradas na produção de grãos, principalmente nos países asiáticos. Foi quando a URSS recorreu, pela primeira vez, ao mercado mundial de soja em grão.

No Brasil, a agricultura sofreu, na década de 70, transformações rápidas e profundas, protagonizadas pela soja e a cana-de-açúcar. As chamadas culturas de exportação (como açúcar, cacau, café, laranja, soja e mamona) registraram avanços expressivos, o contrário do que ocorreu com os produtos destinados ao mercado interno (figura 3). A taxa de crescimento do arroz, do milho e do feijão, por exemplo, foi francamente insatisfatória frente ao aumento populacional. Quanto à mandioca — um dos principais alimentos das camadas de baixa renda — houve um declínio em termos absolutos.

Para contornar as crises de abastecimento interno, recorreu-se à importação de alimentos e ao tabelamento de preços. As crises resultaram da implantação de um modelo de crescimento econômico que segmentou a agricultura brasileira, em termos de rentabilidade. As "modernas" explora-

ções agrícolas são mais rentáveis, porque dispõem de "pacotes tecnológicos" que visam a baixar seus custos de produção. Criou-se um círculo vicioso: as lavouras mais rentáveis tiveram acesso à tecnificação e modernização — subsidiadas, inclusive, pelo governo — o que tornou sua posição ainda mais vantajosa em comparação à dos gêneros de abastecimento interno.

Em decorrência deste processo, a soja ocupou vastas áreas da região Sul (substituindo os cultivos tradicionais na maior parte das terras férteis e mecanizáveis) e de São Paulo, na década de 70, e cresceu vertiginosamente no Centro-Oeste e em Minas Gerais, nos anos 80. Um segundo ciclo de expansão vem ocorrendo nas áreas de cerrado, impulsionado pela criação, em 1975, do Polocentro — programa que injetou uma quantidade expressiva de recursos na região, a juros baixos, com financiamentos médios de 12 anos. O subsídio embutido nesse programa e no crédito rural para custeio e investimento acabou por viabilizar a soja nessas áreas. Após desmatamento e adição de calcário e nutrientes químicos, as terras de cerrado tornam-se agriculturáveis. A soja tornou-se, então, a melhor opção de lavoura temporária — garante retorno maior e mais constante aos agricultores.

2 Distribuição do consumo alimentar entre a população urbana do Brasil, por faixas de renda

Classe	Renda familiar (em salários mínimos)	% população urbana	Consumo (%)	Consumo (em US\$ bilhões)
A	> 34,5	7,7	41,7	8,75
B	13,8 - 34,5	16,7	37,1	7,80
C	4,6 - 13,8	31,9	18,6	3,90
D	2,8 - 4,6	43,7	2,6	0,55
E	< 2,8			

Fonte: "O esquecido mercado das classes C, D e E". *Folha de São Paulo*, 30/9/1984.

avanço da soja na paisagem brasileira"). Essa leguminosa é o único vegetal plantado em larga escala cuja proteína substitui a contento a proteína de origem animal. Por sua economicidade e abundância, ela aparece como importante alternativa para o suprimento calórico-protéico das populações humanas, fato aliás incorporado às estratégias alimentares de muitos países desenvolvidos, que a utilizam das mais diversas maneiras — *in natura*, como ingrediente de produtos industrializados ou como carne vegetal (no hambúrguer).

Mas, entre nós, a aceitação da soja permanece problemática. De seus subprodutos, só o óleo e a margarina são consumidos de forma mais ampla. Contribuem para isso o sabor desagradável da leguminosa, sua excessiva identificação com receitas exóticas e a crença popular de que ela faz mal à saúde, causando raquitismo ou provocando má digestão. De fato, a digestibilidade da proteína da soja é pouco menor que a do ovo (a mais digerível de todas as proteínas). Quanto ao seu valor nutricional, é o que analisaremos detidamente.

Tão explorada no Brasil como fornecedora de óleo, a soja é no entanto muito mais rica em proteína.

Sua semente apresenta a seguinte composição média: 5,4% de cinzas, 2,3% de fibras, 20% de óleo, 32,3% de carboidratos e 40% de proteína. A figura 4 mostra a quantidade, a qualidade e o custo dessa proteína, comparada à do feijão e à de alimentos de origem animal. Com base nos coeficientes de eficiência protéica (CEP) — que expressam a relação entre ganho de peso e proteína consumida — pode-se calcular que, do ponto de vista da qualidade, a proteína da soja tem 62% do valor da proteína da carne, 80% do valor da proteína do leite e 52% do valor da proteína do ovo. No tocante à quantidade, a soja fornece três vezes mais proteína que os ovos, 12 vezes mais que o leite, duas vezes mais que a carne e o feijão.

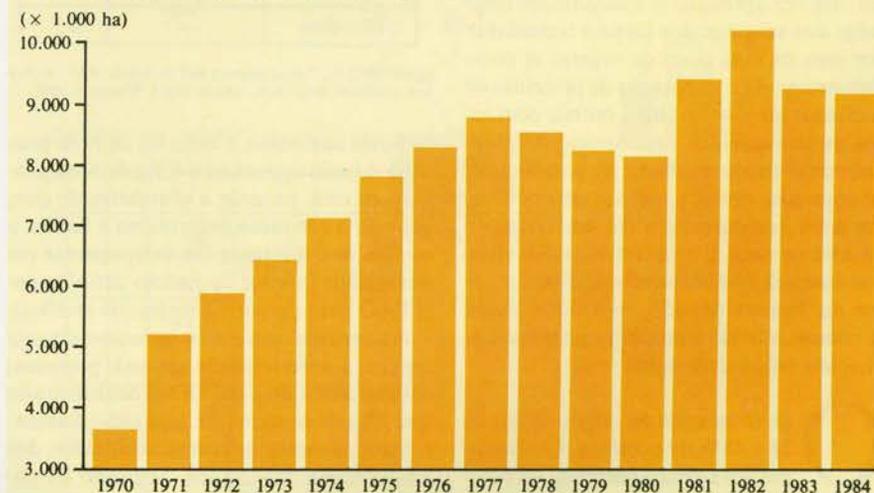
A qualidade de uma proteína é determinada pela presença simultânea, na composição de suas moléculas, de quantidades adequadas de aminoácidos essenciais, isto é, aqueles (num total de nove) que o organismo não sintetiza, devendo portanto ob-

ASILEIRA

A queda persistente das cotações no mercado internacional, nas últimas duas safras, tem obrigado os agentes envolvidos na sua produção, industrialização e comercialização a repensar as estratégias de curto e médio prazos. Vem sendo cogitado o aumento do consumo interno, que tem como obstáculos os hábitos alimentares da população e o sabor apresentado pela soja e seus derivados na substituição de produtos tradicionais, como o leite. É válido tentar o aumento do uso da soja na alimentação humana, já que sua produção é abundante no país, mas cabe ressaltar que a chamada questão alimentar está centrada na distribuição de renda, e não na oferta insuficiente de produtos básicos. A produção de gêneros para o mercado interno é insuficiente porque não há demanda que sustente preços remuneradores aos agricultores.

Como o governo está mais preocupado com os índices de inflação do que com as suas causas, as elevações dos preços de produtos básicos — por quebras de safra ou aumentos nos custos de produção, já que vêm sendo deslocados para terras menos férteis e mais distantes — são resolvidas por meio de importações, tabelamentos e vendas de estoques abaixo de seu custo. Se tais políticas resolvem momentaneamente o problema, a médio prazo o resultado tem

3 Evolução da soja no Brasil (área colhida)



Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

sido a estagnação ou a queda da produção de gêneros de abastecimento interno.

O cultivo da soja, evidentemente, não pode ser responsabilizado pelo desempenho das demais lavouras temporárias. É, no entanto, protagonista de um processo que se convencionou chamar "modernização conservadora", cujos efeitos sobre a agricultura são bastante amplos.

Outro aspecto é a concentração de terras, cujas conseqüências são a proletarização e a marginalização de milhões de fa-

mílias que passaram a viver nas periferias das cidades ou partiram em busca da ocupação de novas áreas da Amazônia. Do ponto de vista ambiente, os efeitos são também bastante graves. O uso intensivo da terra, a utilização de produtos químicos e máquinas pesadas geraram a compactação do solo, a erosão e a contaminação de rios.

Leila Tendrih

Centro de Estudos Agrícolas,
Fundação Getúlio Vargas

4 Custo e valor de proteínas de origem animal e vegetal

Fontes de proteína.	Proteína (%)	CEP*	Preço (março 1986)	Preço/kg de proteína
Ovos	13,0	3,8	9,00 (dúzia)	69,23
Leite tipo C	3,2	2,5	2,58 (litro)	80,63
Carne	20,0	3,2	30,00 (quilo)	150,00
Feijão (grão)	20,0	1,0	8,00 (quilo)	40,00
Soja (grão)	40,0	0,7-2,0**	2,08 (quilo)	5,20

(*) CEP = coeficiente de eficiência protéica = ganho de peso/proteína consumida

(**) Variação da soja crua à soja cozida

ter dos alimentos. Na eventual ausência de algum deles, os outros aminoácidos ingeridos são metabolizados em energia, deixando de ser aproveitados na síntese de tecidos e no crescimento.

A proteína dos alimentos de origem animal contém todos os aminoácidos essenciais em quantidades adequadas, sendo por isso a de melhor qualidade. A figura 5 mostra que, sob esse ponto de vista, a proteína da soja apresenta um balanceamento próximo aos padrões fixados pela Organização de Agricultura e Alimentação (FAO, órgão das Nações Unidas), embora sejam baixos os teores de metionina e cistina, aminoácidos sulfurados (que contêm enxofre na molécula). Estes últimos, no entanto, estão presentes em teores adequados nos cereais, que por sua vez apresentam quantidades limitadas dos aminoácidos lisina e triptofano. Por isso, os dois tipos de vegetal se complementam: da combinação de proteínas de qualidade inferior resultam outras, com todos os aminoácidos necessários. A qualidade da proteína resultante da combinação de soja com cereal é muito superior à de um deles isoladamente e tão boa quanto a do leite de vaca. É essa combinação, aliás, que assegura a sobrevivência de diversos povos do Terceiro Mundo, cuja dieta básica se resume a feijão e milho ou ao nosso conhecido feijão com arroz.

O germoplasma de soja contém de 28 a 48% de proteína. Graças ao melhoramento genético, os cultivares recomendados apresentam, em média, 40% de proteína. O teor de metionina — o aminoácido limitante — varia de 1 a 1,9 grama (g) por 16 gramas de nitrogênio (N). Experimentos têm demonstrado que a suplementação com metionina melhora a proteína da soja, provocando um balanço positivo de nitrogênio. Ou seja: neste caso, o organismo retém N, o que indica ocorrência de síntese de tecidos e utilização do N na formação de outros aminoácidos e, conseqüentemente, de proteína. Já se demonstrou também que 6 a 8 g diários de N protéico bastam para assegurar o balanço positivo de N, com ou sem suplemen-

5 Composição da proteína da soja em alguns aminoácidos (g/16g N)

Aminoácidos	Padrão (FAO)	Soja*
Isoleucina	4,2	4,5
Leucina	4,8	7,8
Lisina	4,2	6,4
Metionina	2,2	1,3
Cistina	4,2	1,3
Fenilalanina	2,8	4,9
Tirosina	2,8	3,1
Treonina	2,8	3,9
Triptofano	1,4	1,3
Valina	4,2	4,8
Arginina	—	7,2
Histidina	—	2,5

GORDON J.F., "Algal proteins and the human diet", in *Protein as human food*, R.A. Lawrie (org.), Westport, 1970.

tação de metionina. Como 6 g de N de proteína de soja equivalem a 4,5 g de N de proteína de ovo, procede a afirmativa de que, quando o consumo de proteína é baixo, a metionina é limitante (ou seja, aparece em quantidade inferior ao padrão definido pela FAO para garantir a síntese de tecidos).

No entanto, um maior consumo de soja supera a inferioridade de sua proteína, comparada à do ovo. Já foi demonstrado que 38 g de proteína de soja são o bastante para fornecer os teores adequados dos aminoácidos sulfurados. Segundo os padrões do Ministério da Saúde — que, como vimos, avalia a necessidade de proteínas por habitante em 15 kg por ano —, 41 g diárias de proteína atenderiam à necessidade do brasileiro (ressaltando-se contudo que, nos países desenvolvidos, consideram-se necessárias 56 g).

Estes dados permitem concluir que, numa dieta alimentar normal, que reúne vários componentes, a suplementação com metionina é desnecessária, sobretudo quando a soja é consumida *in natura*. Neste caso, a adição de aminoácidos sintéticos, além de antieconômica, altera as propriedades organolépticas (como sabor e cheiro) do ali-

mento. Combinada a cereais e outros vegetais, a soja terá naturalmente complementados seus aminoácidos, vitaminas e minerais limitantes.

O estudo da qualidade da proteína de soja como alimento infantil é de especial importância, pois muitas vezes é preciso encontrar um substituto para o leite materno. Nas regiões tropicais é comum, em crianças e adultos, a intolerância à lactose (o açúcar do leite de vaca). Em conseqüência da baixa concentração, no intestino delgado, da enzima lactase, responsável pela degradação da lactose, esta não é digerida e a pessoa apresenta vômitos, diarreia e dores abdominais. Nesses casos, bem como nos de alergia ao leite de vaca, o leite de soja surge como alternativa.

Na dieta de lactentes (zero a seis meses de idade), o leite de soja suplementado com metionina, vitaminas e minerais equivale ao leite de vaca. Do ponto de vista protéico, não há diferença: o leite de vaca tem 3,5% de proteína e o de soja de 3,5 a 4%. Resalve-se, contudo, que o melhor para o lactente é sem dúvida o leite materno, e que o leite de soja, para ser introduzido na dieta infantil, deve passar por um processo específico de formulação, tal como ocorre com o de vaca. Já com crianças de 19 a 44 meses de idade, não parece haver diferença entre o uso dos dois tipos de leite, sendo desnecessário suplementar o leite de soja com metionina. Mesmo porque, nessa faixa etária, a dieta já é diversificada e o leite dela participa como alimento complementar.

O valor nutritivo da soja não deriva apenas da proteína. A presença do óleo como fornecedor de energia é fundamental, uma vez que, em dietas de baixo conteúdo calórico, a proteína é transformada em energia, em vez de ser usada na síntese de tecidos. Finalmente, a soja contém boas quantidades de minerais e vitaminas, com exceção de cálcio e das vitaminas A e C, cujos teores se reduzem com o amadurecimento da planta (ver "Leite e óleo: desfazendo dúvidas").

Pesquisas têm demonstrado que a soja tem também valor como coadjuvante de terapias. Por seu baixo teor de sódio, é recomendável nos casos de pressão arterial elevada. Contendo elevado teor de sais de potássio, facilita a perda de água e favorece o emagrecimento. Rica em fibras (hemicelulose da casca), auxilia o trabalho digestivo, prevenindo a prisão de ventre. Pelos baixos teores de açúcar, é uma opção para os diabéticos, enquanto seu elevado teor protéico faz dela um auxiliar na terapia dos processos infecciosos.

Outro componente da soja muito utilizado com fins medicinais é a lecitina, substância gordurosa rica em fósforo. Ela ajuda a dispersar os depósitos de materiais gra-

LEITE E ÓLEO: DESFAZENDO DÚVIDAS

Algumas perguntas, enviadas à *Ciência Hoje* pelo leitor Edésio Soares da Costa, refletem aspectos da polêmica existente em torno dos usos da soja: qual o valor do leite de soja, em comparação com o de vaca? Pode-se fabricá-lo em casa? Óleo de soja é cancerígeno?

Vamos por partes. O leite de soja apresenta, em relação ao de vaca, duas vezes mais ferro, a mesma quantidade de fósforo e maiores teores de calorías, glicídios e lipídios. É, no entanto, pobre em vitaminas A e C e em cálcio, que aparece em quantidades três vezes maiores no leite de vaca. Portanto, a suplementação com estes três últimos compostos é necessária quando o leite de soja for utilizado na dieta de crianças cuja alimentação não é variada. O valor biológico da proteína da soja equivale a 80% do valor da do leite.

O leite de soja é, portanto, uma alterna-

tiva viável, não como substituto do leite de vaca, mas como outra opção alimentar, principalmente se levarmos em conta que a produção deste último não é suficiente para atender os 135 milhões de brasileiros.

No mercado, encontra-se leite de soja em pó, com diferentes sabores e excelente qualidade. Outro tipo é obtido nas chamadas "vacas mecânicas", introduzidas com sucesso por algumas prefeituras em programas locais de alimentação. É possível fazer leite de soja em casa, através de diferentes métodos, um dos quais envio diretamente ao leitor interessado. O mais tradicional, utilizado há séculos pelos chineses, tem o inconveniente de deixar um sabor característico, não muito apreciado pelas pessoas que não têm o hábito de comer a leguminosa. Como explicamos no artigo, esse sabor (bem como o odor que o acompanha) deriva da enzima lipoxigenase, que,

no entanto, não reage com o substrato (ácido linolênico) quando os grãos estão secos.

Não se conhece nenhum trabalho científico que mencione a presença de substâncias cancerígenas na soja. O mal-entendido a esse respeito pode originar-se da utilização do hexano (composto orgânico originário do petróleo) como solvente durante a extração química do óleo. Isso se repete na produção de todos os óleos vegetais, e no fim do processo o solvente é totalmente eliminado, através de evaporação.

O óleo de soja é o óleo vegetal mais consumido no mundo. Portanto, não há fundamento algum na afirmação de que se trata de produto cancerígeno, mesmo porque nenhuma substância permanece como resíduo. Hoje, dominamos perfeitamente a tecnologia de extração de óleo, o que, aliás, garante um produto de muito melhor qualidade do que os usados há muitos anos.

xos e de colesterol no organismo e facilita o transporte dessas substâncias pela circulação sanguínea, prevenindo a arteriosclerose. Como fonte de fósforo, é importante também para as células do sistema nervoso. Muitos médicos prescrevem essa substância — que é vendida em cápsulas — no tratamento da pele, de problemas nervosos, da arteriosclerose e como ativadora do processo de crescimento.

A qualidade nutricional da soja é prejudicada pela presença de certos compostos químicos que interferem na utilização da sua proteína pelo organismo. São os chamados fatores antinutricionais, alguns dos quais a planta usa para se defender de animais predadores. O mais importante deles é o inibidor da tripsina Kunitz. Esta última é uma enzima secretada pelo pâncreas e que age sobre as ligações peptídicas durante a digestão das proteínas. Se sua ação é inibida, perturba-se a digestão desses compostos, observando-se como sintoma um aumento no tamanho do pâncreas (hipertrofia pancreática).

Os efeitos dos fatores antinutricionais, presentes tanto na soja crua como em outras leguminosas, podem ser reduzidos ou eliminados pelo calor e pela umidade — 10 a 20 minutos de fervura são suficientes para inativá-los (figura 6). A destruição de 70 a 80% do inibidor de tripsina já garante ganho de peso com o consumo da soja. Observou-se também que, com a destruição de 40 a 70% do inibidor, já não se produz a hipertrofia pancreática acima referida. Es-

tudos feitos com ratos mostraram que 10% de resíduo do inibidor de tripsina não ocasionam perda de peso nem problemas no pâncreas.

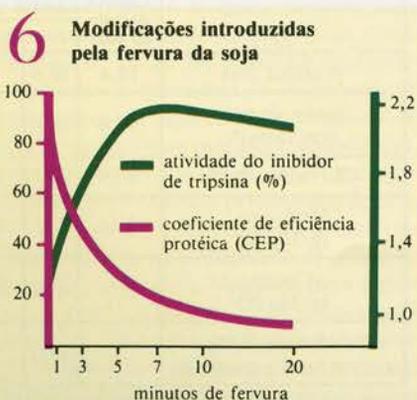
Outros fatores antinutricionais também inativados pelo calor úmido são as antivitaminas, substâncias que também estão presentes no ovo e em peixes. Prejudicam a ação das vitaminas D, E e B12, mas, sendo sensíveis ao calor, só têm significado nutricional quando os alimentos são consumidos crus. No caso de que tratamos, seus efeitos foram descobertos a partir da constatação de que frangos alimentados com soja crua apresentam raquitismo. Há a hipótese de que, neste caso, os responsáveis pelo processo são os fitatos (sais orgânicos de fósforo), que interferem na disponibilidade de minerais e vitaminas porque, ligan-

do-se aos minerais (cálcio, fósforo, zinco, magnésio e ferro), formam um complexo insolúvel. Os fitatos interferem, por exemplo, na síntese da vitamina D por se ligarem ao cálcio, problema que pode ser superado com a adoção de uma dieta rica neste último fator.

Mencionam-se ainda, como fatores antinutricionais presentes na soja, as hemaglutininas ou lectinas, substâncias que aglutinam as células vermelhas do sangue (glóbulos vermelhos). Estudos recentes demonstram, no entanto, que as hemaglutininas são eliminadas pelo calor e pouco afetam o valor nutritivo da soja.

Como todos os legumes, a soja produz formação de gases durante a digestão. Ela contém os açúcares sucrose, rafinose e estaquiose, sendo que os dois últimos são complexos, com grandes moléculas. Essas formas de açúcar, que dificilmente são completamente hidrolisadas no intestino delgado, produzem um excesso de gases ao serem metabolizadas pela microflora do intestino grosso. Esses fatores de flatulência, que também têm efeitos antinutricionais, não são eliminados pelo calor. Estão ausentes, porém, da soja fermentada e dos brotos de soja, muito utilizados na comida oriental.

O sabor da soja tem sido definido como amargo, adstringente, rançoso, de tinta ou de feijão cru. Análises do leite de soja já levaram à identificação de 41 compostos como responsáveis por esse efeito. Grande empecilho à maior aceitação dessa leguminosa como alimento, o mau sabor tem



RACKIS J.J., "Biological and physiological factors in soybeans", *Journal of American Oil Chemical Society*, vol. 51, p. 161A-174A, 1974.



Linhagens de soja do tipo vegetal, provenientes de cruzamentos entre um cultivar recomendado e o Late giant.

sido atribuído em última análise, com base em várias pesquisas, à enzima lipoxigenase, que age na oxidação dos lipídios. Já se demonstrou também que os grãos inteiros de soja — em que a enzima lipoxigenase está separada do substrato (ácidos graxos) — não contêm os compostos responsáveis pelo mau sabor. A enzima só é exposta ao substrato quando os tecidos do cotilédono se quebram ou se danificam. Mesmo nesse caso, permanece inativa enquanto os grãos se mantêm secos. Com a adição de água, a reação se desenvolve e o mau sabor se produz. Tanto no armazenamento como no processamento da soja, são frequentes, embora evitáveis, a quebra dos grãos e sua exposição à umidade, fatos que produzem uma piora no sabor da leguminosa. Além disso, algumas receitas à base de soja recomendam deixar os grãos de molho por determinado período e esfregá-los depois uns nos outros para remover as cascas, o que, evidentemente, reduz a umidade dos grãos úmidos, quebrados e de pior sabor.

Cinco ou dez minutos de fervura são suficientes para inativar a enzima lipoxigenase e, assim, evitar o sabor desagradável. Embora temperaturas elevadas desnaturem as proteínas, tornando-as insolúveis, tem sido sugerido que a qualidade da proteína melhora substancialmente quando a soja é cozida por 20 a 40 minutos, o que assegura a redução dos fatores antinutricionais e a inativação da lipoxigenase.

A soja é classificada em três tipos básicos: a comercial, a forrageira e as vegetais ou “hortícolas”. As duas primeiras são de cozimento lento e têm sabor amargo, adstringente e cru. Já os tipos vegetais ou hortícolas têm sabor mais suave, apresentam em geral sementes maiores e cozinham mais rapidamente que os cultivares comerciais (em alguns casos, o cozimento é mais rápido que o do feijão). Os tipos vegetais e comerciais têm igual composição química, exceto quanto ao teor de proteína, mais elevado em algumas variedades vegetais.

Numa escala de um a cinco utilizada em testes de sabor (em que um é igual a muito ruim e cinco é igual a muito boa), os tipos comerciais recebem pontuação um e dois; os tipos vegetais têm as pontuações quatro e cinco. Ainda que não se conheça sua razão, essa diferença é patente.

Em testes preliminares para a determinação da hereditariedade do sabor da soja, observou-se que as diferenças de sabor se devem a uns poucos genes principais, de moderada herdabilidade. Sendo herdável, tal sabor pode ser geneticamente melhorado. Isso é fundamental, porque a grande maioria das pessoas avalia os alimentos, antes de mais nada, pelo paladar, e só num segundo momento considera suas qualidades nutritivas.

Um programa de melhoramento das qualidades nutricionais da soja deve, portanto, considerar múltiplos aspectos, como o desenvolvimento de genótipos com alto teor de proteína, melhoria no balanceamento de aminoácidos essenciais, diminuição dos fatores antinutricionais e causadores de flatulência, mudança do sabor e adequação da aparência. É verdade que o processamento pode superar todos esses fatores

limitantes. Contudo, ele implica o encarecimento do produto, ao passo que a resolução genética desses problemas — pelos métodos tradicionais de melhoramento de plantas — pode levar não só a uma soja mais adequada ao consumo *in natura* como a um processamento de menor custo.

Com o objetivo de obter cultivares adaptados ao consumo humano *in natura* e à indústria de alimentos, o Centro Nacional de Pesquisa da Soja, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPSo/Embrapa), vem desenvolvendo um programa de melhoramento específico das qualidades nutricionais da leguminosa. Como resultado, já foram obtidas linhagens com alto teor de proteína (49%, quando a média observada é 40%). As novas linhagens apresentaram produção equivalente à daquela tomada como padrão — cultivar Bossier — e teor protéico 8% maior. O mesmo programa obteve uma linhagem 44% mais rica em metionina que o padrão.

Também a aparência da soja tem sido estudada, pois esse fator pode limitar seu consumo *in natura*, principalmente quando ela é misturada ao feijão. O desenvolvimento de cultivares com sementes pretas, marrons e bicolores pode incrementar o uso da soja, na forma de feijão, em diferentes regiões do país. Os cultivares comerciais têm sementes com coloração amarela e hilo colorido. Frequentemente ocorrem mutações naturais que dão origem a genótipos com tegumento colorido, enquanto as demais características permanecem iguais às dos cultivares originais. Com base neste fato, confirmado por pesquisadores do CNPSo, esses mutantes coloridos podem ser uma opção para a utilização da soja *in natura*, como feijão caseiro.

Outro programa do CNPSo tem por objetivo principal a melhoria do sabor da soja. Para tanto, foi feita uma série de cruzamentos com linhagens de tipos vegetais

7 Algumas características nutricionais de grãos verdes, grãos secos e brotos de soja do cultivar Bragg

	Caseína do leite de vaca	Grãos verdes		Grãos secos		Brotos de soja		Tipo vegetal
		Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cozido
Proteína (%)	10,4	10,6	9,1	10,5	9,9	9,5	9,7	9,5
Ganho de peso (em ratos)*	87,8	24,0	58,2	21,0	72,5	12,7	69,8	92,3
CEP ajustado**	2,50	0,77	2,05	0,75	2,11	0,64	2,02	2,14
Metionina (g/16g N)	2,46	1,22	1,24	1,18	1,22	1,19	1,21	1,33
Cistina (g/16g N)	0,21	0,59	0,59	0,61	0,61	0,63	0,58	0,69
Inibidor de tripsina (-Δ A/min/g proteína)	—	49,0	1,5	52,2	0,6	17,7	1,7	0

(*) Peso inicial = 69,9 ± 0,2g; (**) CEP caseína = 2,92 ajustado para 2,50.

Fonte: R.P. Bates, F.W. Knapp e P.E. Araújo, “Protein quality of green-mature, dry-mature and apronted soybeans”, *Journal of Food Science*, vol. 42, p. 271-2, 1977.

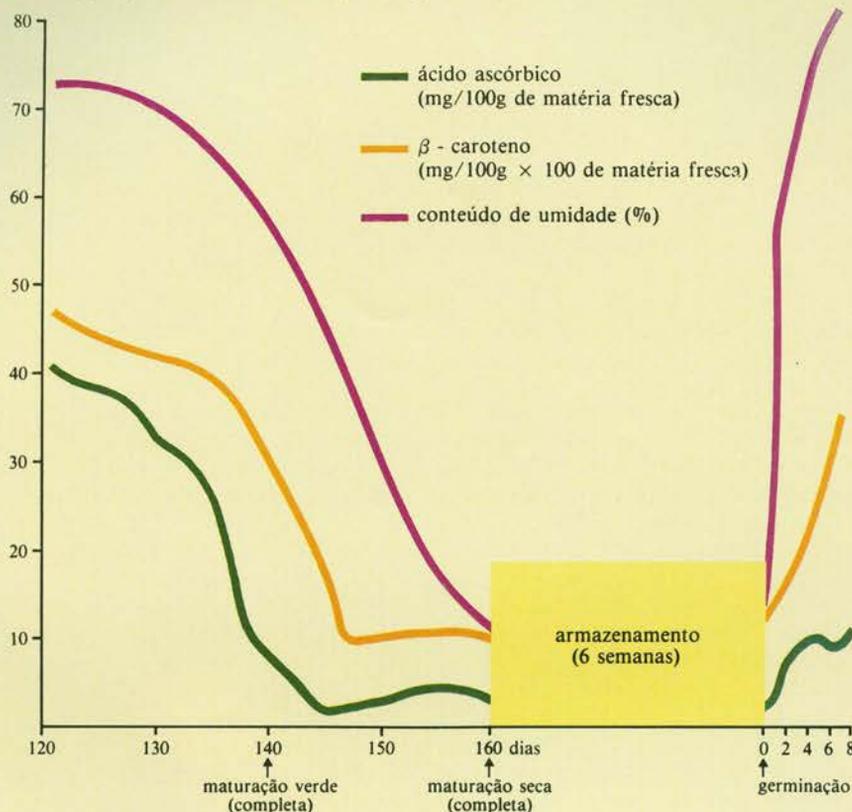
que apresentam bom sabor. Uma das metas é combinar esta característica com qualidade nutricional e aspecto adequados. Foi feito também o cruzamento do genótipo PI 133.226 — que não apresenta a enzima lipoxigenase, responsável, como vimos, pelo mau sabor — com linhagens de tipo vegetal.

Com o objetivo de aumentar a quantidade de proteína e aperfeiçoar sua qualidade, fizeram-se cruzamentos entre linhagens de tipo vegetal (bom sabor) e aquelas desenvolvidas no próprio CNPSo, de alto teor protéico. Considerando que a indústria em geral prefere grãos de soja grandes e com o hilo amarelo, cruzaram-se linhagens de melhor sabor com outras de hilo amarelo. Finalmente, dado o hábito de comer feijão do brasileiro, busca-se melhorar o sabor das linhagens mutantes com tegumento colorido. Como o mais importante fator antinutritivo, o inibidor de tripsina Kunitz, está ausente em dois genótipos (PI 157.440 e PI 196.168), foram feitos cruzamentos entre linhagens de tipo vegetal e a PI 157.440. A longo prazo, espera-se obter, do programa de melhoramento do CNPSo, genótipos de soja com melhor sabor e outras características nutricionais. A curto prazo, os cultivares disponíveis podem ser utilizados tanto pela indústria como *in natura*.

Quando bem preparada ou processada em mistura com outros alimentos, a soja é nutritiva e tem excelentes potencialidades para suprir as deficiências nutricionais de qualquer população. Entre nós, ela tem largo emprego na indústria de alimentos, sendo usada — na forma de farinha integral ou desengordurada, concentrado, isolado protéico ou proteína texturizada — para enriquecer as qualidades funcionais e nutricionais de uma série de produtos. Mas, como já observamos, a industrialização sempre implica maior custo, e esses alimentos permanecem fora do alcance da grande parte de nossa população. Para facilitar a difusão da soja, seria interessante estimular seu consumo *in natura*, como qualquer alimento tradicional.

Tanto os brotos de soja (semelhantes aos brotos de feijão), quanto os grãos verdes (totalmente cheios) e os completamente maduros se prestam à industrialização e ao consumo *in natura*. A análise revela que a proteína, nessas três formas de soja, tem igual CEP, isto é, igual qualidade. Mais ainda, quando a soja é cozida, o CEP atinge valores muito próximos ao da caseína do leite (2,5), como mostra a figura 7. A mesma pesquisa observou que a atividade do inibidor de tripsina, praticamente igual em grãos maduros e verdes, reduz-se a 1/3 nos brotos de soja. Mas a maior vantagem

8 Algumas alterações nas sementes do cultivar de soja Júpiter durante a maturação e a germinação



BATES R.P. e MATTHEWS R.F., "Ascorbic acid and β -carotene in soybeans as influenced by maturity, sprouting, processing and storage", *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, vol. 88, p. 266-71, 1975.

nutricional dos grãos verdes e dos brotos em relação aos grãos maduros é o teor de vitaminas. Pesquisadores da Universidade da Flórida (EUA) observaram que, quando as sementes germinam, regeneram-se os nutrientes que haviam decrescido durante o processo de amadurecimento, como o ácido ascórbico (vitamina C) e o β -caroteno (pró-vitamina A), o que está representado na figura 8.

Cabe dizer ainda que a soja é um alimento alternativo e complementar. Deve enriquecer a dieta diária, como mais um vegetal disponível, e não substituir o leite, a carne ou o feijão, alimentos que têm características próprias de aparência, textura, sabor e valor nutritivo.

É espantosa a quantidade de material publicado sobre a soja na alimentação humana, tanto no exterior como no Brasil. O valor nutritivo, as deficiências nutricionais e as necessidades de consumo dessa leguminosa vêm sendo comentadas e registradas desde os anos 20. É interessante observar que, durante a Segunda Guerra Mundial, quando havia pouca disponibilidade de alimentos e sobretudo de proteínas, foi comum a utilização da soja. Sua introdução nos cardápios dos restaurantes era acompanhada de notas explicativas de seu valor nutritivo. Infelizmente, terminada a guer-

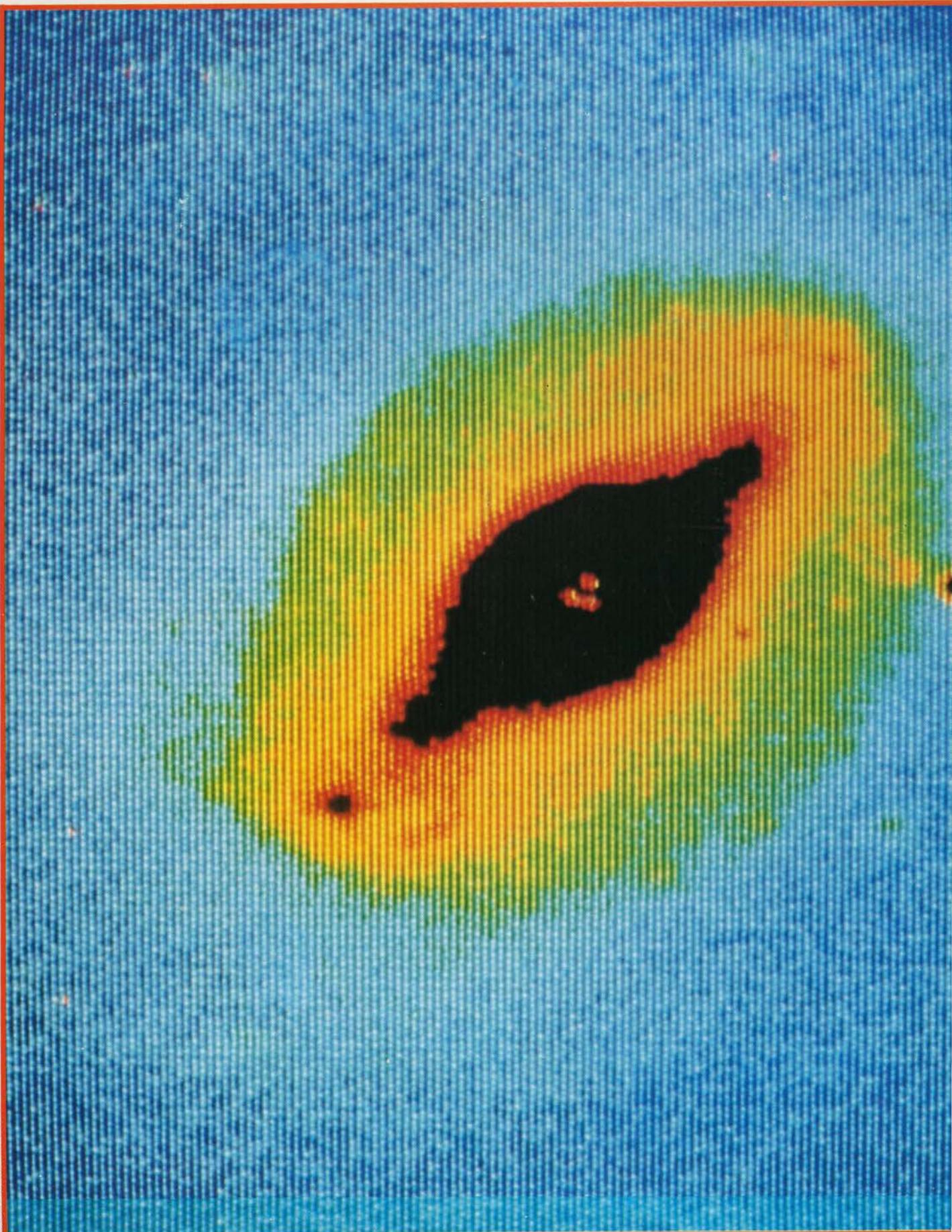
ra e o racionamento de alimentos, tanto a soja como suas virtudes caíram no esquecimento.

O processo de aceitação dessa leguminosa é sem dúvida vagaroso. Mas não foram necessários 300 anos para que a batata fosse aceita?



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BATES R.P., KNAPP F.W e ARAÚJO P.E., "Protein quality of green mature, dry mature and sprouted soybeans", *Journal of Food Science*, vol. 42, p. 270-272, 1977.
- CABRAL L.C., *Contribuição ao estudo da farinha de soja integral*. Tese de mestrado apresentada à Universidade Federal do Ceará, 1978.
- DUTRA DE OLIVEIRA J.E. e SANTOS J.E. dos, "Soybeans products for feeding infants, children and adults under nutritional stress", *JAOCs*, vol. 58, p. 366-370, 1981.
- NELSON A.I., WEY L.S. e STEINBERG M.P., "Foods from whole soybean", in *World Soybean Research Conference II: Proceedings*, F.T. Corbin (org.). Boulder, Westview Press, 1979.
- TURATTI J.M., *Caracterização química, física e sensorial e emprego da soja cultivar 'Santa Maria' na dieta alimentar brasileira*. Tese de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade de Campinas, 1981.



O INÍCIO E O FIM

Entre as mais inquietantes questões com que defrontamos, destacam-se as da origem e do possível término do universo em que vivemos. Durante muito tempo tais assuntos não foram objeto de um interesse especificamente científico, permanecendo restritos a outras áreas do pensamento, como a filosofia, a mitologia e a teologia. Mas, com os trabalhos pioneiros de Albert Einstein, há cerca de 70 anos, teve início uma nova fase da cosmologia: a gênese (estudo do início de todas as coisas) e a escatologia (estudo do fim) tornaram-se, a partir de então, disciplinas científicas bem determinadas. Essa mudança de atitude está relacionada com o aumento na quantidade e o aperfeiçoamento na qualidade dos dados que a observação humana pôde reunir sobre o universo. Com base neles, pode-se hoje formular teorias — que não são meras especulações — sobre o início e o fim.

Gil da Costa Marques

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Assim como no pequeno mundo em que vivemos, o conjunto do universo também é constituído de átomos. Existe, no entanto, uma diferença, relevante para a cosmologia, entre o todo e a parte onde estamos: trata-se da proporção com que os elementos químicos ocorrem. Ao contrário do que acontece na Terra, predominam largamente no universo os dois elementos mais leves. *Grosso modo*, podemos afirmar que quase 92% dos átomos existentes são de hidrogênio e cerca de 8% são de hélio. Todos os outros elementos — que somam, na natureza que nos cerca, mais 90 — existem no universo em proporção inferior a 1%.

Como os átomos interagem entre si, aglutinando-se, há uma tendência à formação de aglomerados de matéria. A Terra, os demais planetas e os cometas são exemplos de aglomerados com massas relativamente pequenas, incapazes, por isso, de emitir luz própria. A situação já é diferente no caso das estrelas, dotadas de massas bem maiores. Mas a tendência não pára aí. Persiste no nível de grandes aglomerados, como as galáxias, que contêm tipicamente 10^{11} sóis. Existem ainda os aglomerados de galáxias (com cerca de mil cada um) e

os aglomerados de aglomerados, chamados de superaglomerados.

Observada em uma escala de distância adequada, da ordem de grandeza de um superaglomerado, a distribuição da matéria no universo pode ser considerada uniforme. Nesta escala, a densidade média é igual a $2,7 \times 10^{-31}$ gramas por centímetro cúbico, o que corresponde a três átomos por metro cúbico. Além de uniformidade, há isotropia na distribuição: ela é a mesma qualquer que seja a direção observada. Não há direção privilegiada no espaço.

Essas constatações não são suficientes para balizar a problemática do início e do fim. Resta, pelo menos, uma outra questão: a natureza dinâmica da distribuição de matéria. Temos diante de nós um universo estático ou, ao contrário, as distâncias médias entre as galáxias se modificam com o tempo? Antes de responder, é importante lembrar que um universo uniforme, isotrópico e estático se apresentaria o mesmo para qualquer observador, independente de sua posição no espaço e no tempo. Para descrevê-lo, poderíamos ser tentados a construir — como, aliás, já foi feito — um modelo dito “de estudo estacionário”, que pressupõe a própria negação do problema

tratado neste artigo: se o universo não mudasse, não haveria razão para supor um início e um fim.

Mas o universo não é estático. O norte-americano Edwin Hubble (1889-1953) foi o responsável pela negação definitiva desta versão tão monótona. O início da carreira deste astrônomo coincidiu com a construção dos telescópicos gigantes de monte Wilson (Califórnia) e com a incorporação da espectroscopia aos estudos astronômicos. Esta técnica permite separar a luz em suas cores constituintes, segundo os comprimentos das ondas emitidas.

As observações de Hubble levaram à construção da imagem de um universo em expansão, com todas as partes (as galáxias) se afastando umas das outras. A técnica utilizada para fazer esta inferência baseia-se no chamado efeito Doppler: quando um objeto se afasta de determinado observador, a luz emitida pelo primeiro apresenta tendência a deslocar-se, dentro do espectro eletromagnético, em direção ao vermelho. Medindo-se este deslocamento dos raios espectrais, pode-se inferir a velocidade de deslocamento da própria fonte.

O dado revolucionário descoberto por Hubble foi uma relação entre a velocidade de afastamento das galáxias e a distância entre elas: $v = Hr$, onde v é a velocidade, r é a distância e H é a constante de proporcionalidade (ou constante de Hubble), cujo valor é de aproximadamente 15 km/s por milhão de anos-luz. Ou seja: a velocidade relativa é diretamente proporcional à distância. Uma galáxia A, situada três vezes mais longe da nossa do que outra (B), se afasta de nós com uma velocidade três vezes superior à de B. É um fato notável, essencial para a construção de um modelo de universo no qual se reforça a questão do início e do fim.

O que ocorre com uma distribuição de matérias cujas partes se afastem obedecen-

A RELATIVIDADE E O MODELO DE FRIEDMANN

A teoria que permitiu a elaboração do modelo cosmológico padrão (Big Bang) foi publicada em 1917 por Albert Einstein. Era a relatividade generalizada, que descreve a natureza da gravitação, força dominante no universo, concebida nas equações de Einstein como uma estreita relação entre espaço, tempo e matéria. O espaço-tempo é curvo, e seu grau de curvatura é determinado pela densidade de matéria existente no universo.

Esse ponto de vista implica admitir que o espaço-tempo é dotado de uma dinâmica própria, curvando-se, expandindo-se e contraindo-se segundo leis bem definidas. Porém, como todos os pesquisadores da época, Einstein acreditava então em um universo estático e imutável. Por isso, “corrigiu” suas equações, introduzindo uma “constante cosmológica” que anulava os resultados que permitiam a expansão do universo. Restaurou assim a estabilidade, cometendo, segundo sua própria avaliação

anos depois, o maior erro de sua carreira.

O sistema proposto por Einstein era muito complexo, comportando dez equações diferenciais não lineares em derivadas parciais de segunda ordem. Para efeito de comparação, note-se que a teoria de gravitação proposta antes pelo inglês Isaac Newton (1642-1727) possui apenas uma equação diferencial linear.

Em 1922, o matemático soviético Alexandre Friedmann publicou um estudo em que apresentava uma série de soluções para as equações de Einstein. Ao contrário deste, Friedmann partiu de uma única suposição — a de que o universo é homogêneo — e desprezou a idéia de um estado estacionário. A partir de uma singularidade (situação de densidade infinita) ele descreve a expansão em direção a estados de menor densidade e abre duas possibilidades para a evolução do nosso universo, que trataremos mais adiante.

do à lei de Hubble? Consideremos um observador qualquer e analisemos o quadro que ele verá quando selecionarmos uma dada porção do universo, contida dentro de uma esfera imaginária de raio R . A matéria como um todo estará em expansão, assumindo uma dinâmica semelhante à de um balão esférico que é inflado, com aumento do seu próprio raio. As galáxias são representadas por pontos na superfície do balão: na medida em que este se expande, elas se afastam umas das outras (figura 1).

Podemos agora indagar como seria a distribuição de matéria em instantes anteriores à nossa observação. E mais: podemos tentar imaginar esta distribuição de forma retroativa, como um filme passando de trás para a frente. Uma conclusão se impõe desde logo: quanto mais mergulhamos no passado, maior se torna a densidade da matéria existente no universo, até chegarmos a uma situação-limite em que toda ela poderia estar concentrada em um único ponto, ou “singularidade”, cuja densidade tenderia ao infinito. Este remotíssimo passado está afastado de nós pelo intervalo de tempo t_H , definido pelo inverso da constante de Hubble: $t_H = 1/H$. Por este caminho concluiu-se que o universo, finito e em expansão, resultou de um processo muito semelhante a uma grande explosão, ocorrida há mais de 20 bilhões de anos. Tal estimativa — que resulta, como se vê, de um raciocínio rigorosamente fundamentado — constituiu o primeiro triunfo da teoria do Big Bang (ou modelo cosmológico padrão), pois os objetos mais velhos que se conhecem no universo têm idades situadas na mesma ordem de grandeza, sem, no entanto, ultrapassar o valor atribuído a t_H . As mais antigas estrelas, por exemplo, têm 15 bilhões de anos, e as mais antigas rochas existentes no sistema solar têm quatro bilhões.

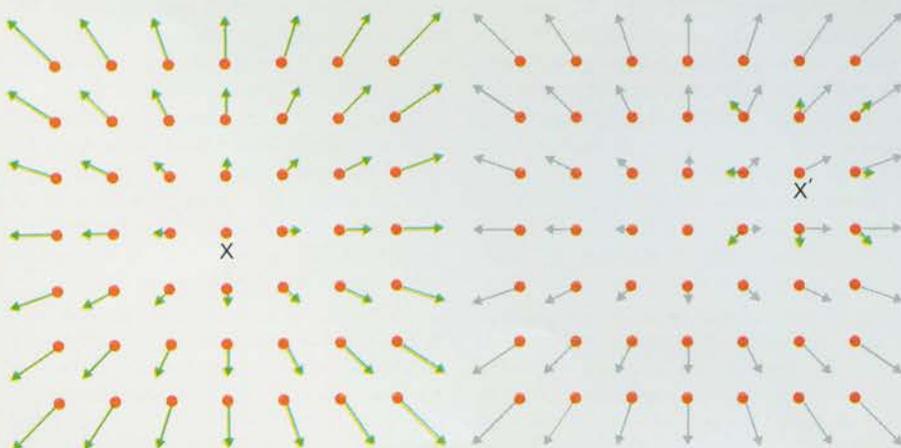


Fig. 1. Se tomarmos como referência uma galáxia qualquer (X), todas as demais (pontos vermelhos) afastam-se dela com velocidades proporcionais à distância (setas verdes). A observação combinada dos dois desenhos mostra que não importa a galáxia escolhida como referência, pois o desenho das velocidades relativas se repete seja qual for o centro.

Para montar o quadro do universo em seus primeiros instantes, é necessário elaborar duas hipóteses. A primeira pressupõe um universo homogêneo, isotrópico e obediente (desde o começo) à lei de Hubble, levando à formulação do princípio cosmológico dito "imperfeito", que pode ser assim enunciado: *em um determinado momento*, o universo se apresenta o mesmo para quaisquer observadores nele inseridos, independente da posição que estes ocupem no espaço. Para efeito de comparação, destacamos que o princípio "perfeito", só aplicável no caso de um universo em estado estacionário, seria o seguinte: *em qualquer momento*, o universo se apresenta o mesmo para quaisquer observadores situados em quaisquer pontos do espaço.

A segunda hipótese é a seguinte: no tocante à temperatura, o comportamento do universo é semelhante ao de um gás, que esfria na medida em que se expande. Depois de um início extremamente quente, o universo foi se resfriando através de estágios de equilíbrio térmico, configurando um processo de expansão adiabático (sem perda de calor) mas não isotérmico.

Com base nessas duas hipóteses, podemos fazer previsões sobre o universo e depois confrontá-las com os resultados do trabalho de observação. A primeira, por exemplo, conduz à formulação do chamado modelo (cosmológico) de Friedmann (ver "A relatividade e o modelo de Friedmann"). A segunda permite aplicar, no estudo do universo, noções básicas de mecânica estatística de equilíbrio, de modo a deduzir, por exemplo, a existência de uma relação entre a temperatura do universo (T) e o tempo decorrido desde a explosão primordial (t). A relação é dada por: $T^2 = 5/t \cdot \sqrt{G}$, onde G é a constante de Newton para a atração gravitacional. Uma vez estabelecida esta relação, tornou-se possível determinar a temperatura existente em cada momento da "vida" do universo. Quando nos aproximamos do início, a temperatura tende ao infinito.

Partindo da idéia de um "universo primordial" extremamente quente, pode-se construir uma imagem dos primeiros instantes após a grande explosão. Os constituintes do universo de então não poderiam ser os mesmos de hoje, ou seja, átomos e moléculas. Em temperaturas da ordem de 10^4 kelvins (10^4 K), as moléculas se dissociam em suas partes elementares. Acima de 10^7 K, elétrons e núcleos atômicos se separam. Acima de 10^{10} K, os próprios núcleos deixam de existir, liberando prótons e nêutrons, suas partículas constituintes.

Se nos limitarmos a estudar um universo com temperaturas da ordem de 10^{11} K, a discussão fica consideravelmente simplificada. Neste caso, trabalhamos com partículas bastante conhecidas dos físicos: elé-

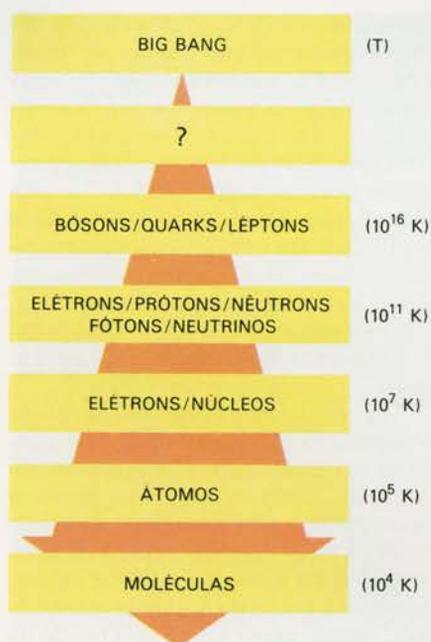


Fig. 2. Evolução dos constituintes da matéria em função da temperatura, que tende ao infinito na origem.

trons, prótons, nêutrons, fótons e neutrinos. Mas isso não é suficiente, pois em temperaturas muito mais altas — como as existentes nas proximidades da origem — havia uma "sopa cósmica" de partículas, componentes últimas do que veio a ser a matéria, tal como a conhecemos (figuras 2 e 3). Coloca-se, naturalmente, a questão:

LÉPTONS	Símbolo
neutrino de elétron	ν_e
elétron	e
neutrino de múon	ν_μ
múon	μ
neutrino de tau	ν_τ
tau	τ

BÓSONS INTERMEDIÁRIOS	Observação	Forças	Alcance
gráviton	prevista	gravitacional	infinito
fóton	observado diretamente	eletromagnética	infinito
bósons fracos (W^+ , W^- , Z^0)	observados diretamente	fraca	$< 10^{-18}$ m
glúons	permanentemente confinados	forte	$< 10^{-15}$ m

Fig. 4. Embora não seja o único, o modelo mais comumente aceito pela física contemporânea sugere a existência de poucas partículas elementares, constituintes fundamentais da matéria. Tais partículas — que podem diferir entre si pela carga elétrica, pela massa e por outras características — estão divididas em três grupos: léptons, quarks e bósons intermediários. Os primeiros existem de forma independente e até hoje não apresentaram indícios de possuir uma estrutura interna. Os quarks, por outro lado, nunca foram observados isoladamente, mas sempre de forma agrupada, constituindo outras partículas. O próton, por exemplo, é formado por dois quarks do tipo u e um do tipo d . Na natureza existem ainda quatro forças básicas, que apresentam diferentes características e tornam possíveis as interações que se verificam entre partículas ou entre porções maiores de matéria. Admite-se que para cada força exista um conjunto de bósons intermediários, ou seja, responsáveis pela mediação das interações. A busca de uma teoria que unifique as quatro forças tem sido um imenso desafio para a física contemporânea.

ÁREAS DA FÍSICA

Física molecular	eV
Física atômica	keV
Física nuclear	MeV
Interações fortes	GeV
Interações fracas e eletromagnéticas	10^2 GeV
Grande unificação	10^{15} GeV
Interação gravitacional	10^{19} GeV

$$1 \text{ eV} = 10^4 \text{ K} \quad 0 \text{ K} = -273^\circ\text{C}$$

Fig. 3. Divisão aproximada de áreas da física contemporânea, segundo sucessivos níveis de energia. O elétron-volt é a energia adquirida por um elétron ao atravessar, no vácuo, uma diferença de potencial igual a um volt. Os prefixos usados são k ($= 10^3$), M ($= 10^6$) e G ($= 10^9$).

quais são essas partículas elementares? Infelizmente, não temos ainda uma resposta definitiva. A teoria que descreve os fenômenos físicos para energias de até um tera elétron-volt (TeV, ou 10^{12} eV, que correspondem a 10^{16} K) prevê a existência de oito tipos de glúons, três de bósons fracos, 36 de quarks e antiquarks, 12 de léptons, um de higgs e um de fóton — que seriam os constituintes da "sopa" quando a temperatura era da ordem de 10^{16} K (figura 4). Para temperaturas ainda mais altas, por enquanto tudo é questão de imaginação (ver "A matéria indivisível", em *Ciência Hoje* n.º 14).

A partir dessa análise, percebe-se que a área da física que se dedica a investigar o comportamento das partículas elementares poderá desempenhar importante papel no esclarecimento de alguns dados que provêm da observação cosmológica. Essa idéia pode ser testada a partir do estudo daquilo que restou da “sopa cósmica”, ou seja, os “fósseis” do universo primordial. Segundo o seu destino, eles podem ser classificados em duas categorias: partículas fósseis (como prótons e neutrinos, que permanecem até hoje como tais) e estados ligados (das partículas originais) fósseis.

No primeiro caso, temos partículas estáveis. Na medida em que o universo se tornava menos denso, o número de colisões entre partículas diminuía e o caminho livre médio de cada uma aumentava. Assim, as partículas a que hoje chamamos fósseis foram deixando de interagir com as demais e não formaram estados ligados. Primeira consequência, antevista com ousadia pelos

formuladores dessa hipótese: o universo deve estar imerso em um “banho” de fótons e neutrinos. E mais: a idéia de equilíbrio térmico permitiu prever que esta radiação de fótons, dita “radiação de fundo”, deveria apresentar um espectro típico da radiação de corpo negro. Em 1965, a idéia se confirmou. Os norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson descobriram experimentalmente a radiação cósmica de fundo, prevista pela teoria do Big Bang, tornando-se merecedores do Prêmio Nobel de Física (ver “Radiação de fundo e corpo negro”).

Hoje, a existência dessa radiação é fato bem estabelecido, constituindo, provavelmente, o melhor suporte experimental para a teoria que a anteviu. A temperatura desses fótons, inferida a partir do espectro de radiação do corpo negro a ela associado, é de 2,7 K, ou seja, $-270,3^\circ$ celsius. A mesma hipótese do equilíbrio, acima citada, permite prever (como uma função da temperatura) a densidade de fótons existen-

te no universo: ela corresponderia a cerca de 560 fótons por centímetro cúbico, com distribuição isotrópica e homogênea, fazendo destas partículas as mais abundantes no universo. Retornando a uma afirmação que já fizemos — da existência, em média, de três átomos por metro cúbico — podemos calcular, por exemplo, que o universo comporta um bilhão de fótons para cada próton ou nêutron.

Como vimos, a previsão da existência de uma radiação de neutrinos permeando o universo deriva da mesma linha de argumentação usada para o caso dos fótons. Em uma temperatura próxima de 10^{10} K, os neutrinos — que são partículas estáveis — provavelmente se desacoplaram da matéria, transformando-se (como ocorreu mais tarde com os fótons) em fósseis do universo primordial. A temperatura associada a esses neutrinos de fundo corresponde a cerca de 2,0 K e sua densidade a 200 partículas por centímetro cúbico. Sua detecção ainda não foi possível, permanecen-

RADIAÇÃO DE FUNDO E CORPO NEGRO

A evidência mais persuasiva em favor do Big Bang é, provavelmente, a existência de uma radiação de microondas de fundo, presente em todo o universo atual e considerada um resíduo do universo primordial. Com um comprimento de onda muito pequeno, essa radiação foi captada experimentalmente pela primeira vez em 1965, com o auxílio de uma antena de rádio desenvolvida pela empresa Bell nos Estados Unidos e capaz de efetuar medidas com uma precisão inédita para a época.

Acoplada a um radiotelescópio, a antena captou um intrigante excesso de ruído, na forma de microondas, vindo de todas as direções do espaço. As possíveis interferências de origem terrestre foram rigorosamente eliminadas — o que exigiu desmontar e montar novamente o aparelho — mas a radiação persistiu. Medindo sua intensidade em muitos comprimentos de onda, descobriu-se que ela possui um espectro característico de uma radiação que se origina em estado de equilíbrio térmico.

Quando matéria e radiação se encontram em equilíbrio, ambas devem apresentar a mesma temperatura. É o que aconteceria, por exemplo, no interior de uma hipotética caixa construída com paredes tão densas que absolutamente nada (inclusive nenhum calor) pudesse penetrá-las: a radiação criada dentro da caixa seria então caracterizada pela temperatura das paredes. Esta radiação cor-

responde à de um “corpo negro”, que surge em situações de equilíbrio térmico, quando ocorre uma completa troca de energia no ambiente (figura 5). No universo primordial, existia um ambiente único para a ocorrência deste fenômeno, já que as altas densidade e temperatura garantiam o equilíbrio.

A propriedade mais característica de um corpo negro está associada, portanto, à absorção e emissão de radiação. Quando esta incide sobre um corpo qualquer, é parcialmente refletida e parcialmente absorvida. Corpos de cores claras refletem a maior parte da radia-

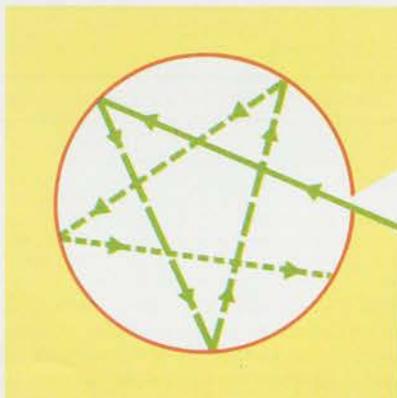


Fig. 5. Esquema de uma cavidade que se aproxima de um corpo negro, embora não chegue a reproduzir totalmente suas características. Neste caso, penetra radiação, mas ela tem pouca chance de sair antes de ser totalmente absorvida.

ção incidente, e o contrário se passa com corpos escuros. Se um corpo opaco está em equilíbrio térmico com sua vizinhança, ele apresenta taxas iguais de absorção e emissão de radiação; por isso, nem esquentam nem esfriam espontaneamente.

Um bom absorvedor deve ser também um bom emissor de radiação. Na medida em que um corpo é aquecido, cresce a quantidade de radiação que emite e diminui o comprimento de onda da emissão. Assim, o ponto máximo de radiação ocorre num comprimento de onda inversamente proporcional à temperatura. O espectro de corpo negro da radiação de fundo atinge seu ponto máximo em um comprimento de onda de cerca de um milímetro, o que está de acordo com a idéia de que a radiação observada é um pálido remanescente da matéria extremamente quente que se espalhava pelo universo primordial.

Ao retrocedermos no tempo, percorrendo a história do universo, verificamos que a temperatura de radiação do corpo negro cósmico aumenta. Quanto mais retroagimos, mais quente se torna a radiação e mais denso o universo. Em temperaturas altíssimas, as condições eram tais que existia um perfeito equilíbrio entre matéria e radiação, de modo que a identificação da radiação de fundo com o espectro característico de corpo negro permitiu estabelecer a natureza fóssil desta última.

do como um dos maiores desafios para o modelo cosmológico padrão.

Com o esfriamento do universo, algumas partículas integrantes da "sopa cósmica" foram formando estados ligados que, abaixo de certa temperatura, deram início à síntese dos núcleos atômicos. Coloca-se aqui uma questão importante: se nosso modelo estiver correto, ele deve permitir que se faça uma previsão sobre a abundância dos elementos na fase primordial. Como se sabe, a abundância relativa não se mantém a mesma até hoje, pois as reações termo-nucleares que ocorrem no interior das estrelas sintetizam elementos pesados a partir dos mais leves.

Se considerarmos processos que envolvem dois corpos, devemos concluir que só elementos leves foram produzidos, em concentrações apreciáveis, no universo primordial. A razão básica para tal afirmação é a inexistência de núcleos estáveis com números de massa cinco e oito (isto é, cuja soma de prótons e nêutrons resulte nestes números). Isso significa que se pode esperar uma abundância de elementos primordiais com número de massa, no máximo, igual a quatro. Na verdade, a restrição é ainda maior: *grosso modo*, nem mesmo os isótopos do hidrogênio (^2H , ou deutério) e do hélio (^3He) deveriam existir, mas apenas os núcleos de H e de ^4He , pois a energia de ligação deste último é maior do que a dos anteriormente citados. Este resultado foi confirmado por cálculos numéricos sofisticados.

Pelas razões acima expostas, podemos admitir que todos os nêutrons existentes na "sopa cósmica" foram utilizados na confecção de núcleos de hélio (que reúne dois nêutrons e dois prótons). Neste caso, é claro que igual quantidade de prótons teve o mesmo destino. Os restantes, isolados, permaneceram como núcleos de hidrogênio. Assim, se pudermos determinar a relação entre o número de prótons e o de nêutrons no universo primordial, poderemos calcular a proporção relativa entre os dois elementos então existentes.

Em temperaturas muito altas, as quantidades relativas de prótons e nêutrons podem ser estimadas, determinando-se a temperatura de desacoplamento na qual ambos os tipos de partículas se comportam como se estivessem livres. Admitindo-se que as noções de mecânica estatística de equilíbrio possam ser utilizadas, podemos estimar que havia no universo seis prótons para cada nêutron. No entanto, abaixo dessa temperatura, o nêutron desacoplado começa a experimentar o chamado decaimento beta, pois é partícula instável. Tal processo tenderia a provocar, inclusive, o desaparecimento dos nêutrons, mas isto não ocorre porque, em temperaturas mais baixas, eles formam estados ligados.

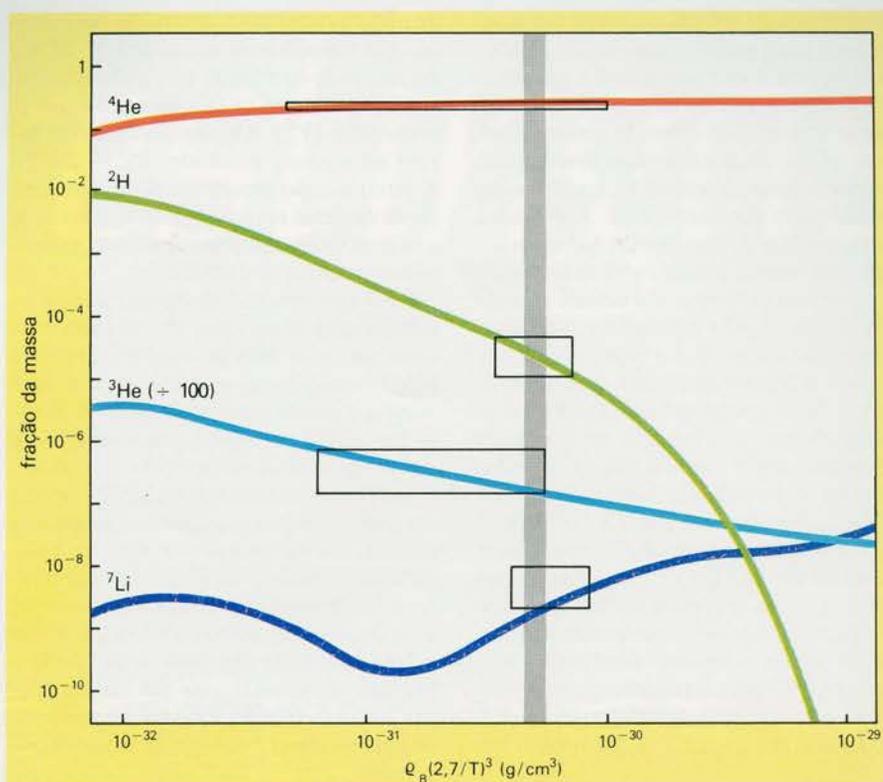


Fig. 6. O gráfico mostra que há compatibilidade entre as abundâncias de elementos leves previstas pelo modelo cosmológico padrão (linhas) e os resultados obtidos pela observação (retângulos). Sem exceção, as linhas cruzam as áreas dos retângulos, sendo possível construir uma região que abarca todas estas situações. O eixo vertical indica a proporção da quantidade (em massa) de cada elemento em relação à massa total do universo (considerada arbitrariamente igual a 1). Vê-se, por exemplo, que, como dissemos no artigo, o ^4He representa pouco menos de 10% (10^{-1}) da massa total. No eixo horizontal, ρ_B significa densidade de matéria bariônica (isto é, aquela formada por quarks, como os prótons e os nêutrons), T é a temperatura do universo e 2,7 é a temperatura da radiação de fundo, medida em kelvins. Para facilitar a leitura, todos os dados relativos ao ^3He foram divididos por cem, evitando-se a superposição dos retângulos que se referem a este isótopo e ao deutério (^2H).

Deve-se precisar, portanto, o intervalo de tempo decorrido entre o desacoplamento dos nêutrons e o início da síntese de núcleos. De posse deste dado e da estimativa de vida média dos nêutrons, pode-se determinar quantos deles — em relação ao número de prótons — sobreviveram ao decaimento, tornando-se aptos a participar da formação de núcleos. Na verdade, este cálculo também permitirá determinar o intervalo que separa a temperatura de desacoplamento e aquela na qual se inicia o processo de síntese dos núcleos.

O núcleo do deutério (chamado dêuteron e formado por um próton e um nêutron) é o mais simples, com exceção do próprio hidrogênio (apenas um próton). Pode-se supor que o início da síntese dos elementos é marcada pela ocorrência de quantidades apreciáveis de dêuteron. Assim, podemos concluir que a temperatura da nucleossíntese deve ter-se caracterizado pela coincidência na ordem de grandeza de duas quantidades: a de núcleos de deutério e a de prótons e nêutrons. Mas há mais a levar em conta. O dêuteron, cuja energia de ligação é de 2,2 MeV ($2,2 \times 10^{10}$ K), é fa-

cilmente dissociado pelos fótons. Portanto, para que o processo de formação deste núcleo seja eficiente, é importante que haja poucos fótons em condições de dissociá-lo. Pode-se provar que este limiar corresponde à temperatura de 0,1 MeV (10^9 K), na qual é menor do que um o número de fótons por núcleo com energia maior do que 2,2 MeV. Esta é a temperatura da nucleossíntese, pois nela se inicia a formação do dêuteron.

Uma vez obtido o intervalo de temperatura — e, conseqüentemente, o de tempo — pode-se, enfim, determinar a relação entre prótons e nêutrons no início da nucleossíntese. À temperatura de 0,1 MeV, a proporção é de sete prótons para cada nêutron. Admitindo-se, como já indicamos, que o único núcleo complexo formado então tenha sido o ^4He , chega-se ao resultado de um núcleo de hélio para cada 12 de hidrogênio, que corresponde à abundância já referida no início do artigo.

Utilizando técnicas bastante sofisticadas (equações de transporte de Boltzmann) podemos determinar a abundância primordial, apresentada no gráfico da figura 6.

O resultado do cálculo traz mais um grande reforço ao modelo cosmológico padrão, pois aponta como desprezível a abundância de elementos com número de massa superior a cinco. Isso coincide, como vimos, com o fato, constatado pelas observações, de que o universo atual é formado basicamente pelos elementos leves. A previsão, portanto, é a de que apenas hidrogênio e hélio estivessem presentes na constituição do universo primitivo. Os demais elementos devem ter sido processados posteriormente, ao longo da evolução estelar.

Ora, se a abundância dos elementos difere hoje da abundância primordial, qual o significado da afirmação de que existe apreciável acordo entre a teoria e os dados obtidos pela observação? Aqui, a resposta é especialmente complexa. Cada elemento químico deve ser analisado separadamente, tendo em vista que desempenham papéis diferentes nos processos estelares. É sabido, por exemplo, que o pouco deutério produzido nestes processos é consumido neles mesmos. Portanto, esta é uma via pouco eficiente para adicionar deutério àquele formado na fase primordial. Por outro lado, este

deutério primordial é destruído em estrelas com temperaturas acima de 6×10^5 K. Assim, pode-se afirmar que a abundância atual de deutério (Y_H^D) é menor do que a primordial (Y_P^D). Algumas estimativas levam ao seguinte resultado: $Y_P^D \sim 2 Y_H^D$. A determinação experimental da abundância de deutério em gases interestelares leva a valores também compatíveis com as previsões do modelo padrão.

Para que nos certifiquemos de que as abundâncias observadas são as mais próximas daquelas ditas primordiais, devemos procurar regiões do universo onde existia matéria o menos processada possível. Tem-se tentado determinar, por exemplo, a abundância de hélio nas regiões intergalácticas (predominantemente gasosas, pouco “evoluídas” e com pequeno processamento estelar), nos aglomerados globulares e nas galáxias pobres de metal (pois a quantidade destes elementos é um bom indicador do nível de processamento da matéria). Aliás, o fato de o hélio distribuir-se por todo o universo em abundâncias que variam apenas 20% em relação à média é considerada uma excelente evidência da natureza pri-

ordial deste elemento. O caso dos demais elementos é mais complicado, tendo em vista que eles são intensamente processados durante a evolução estelar. A formação das estrelas cria uma situação única, na qual existe temperatura suficiente para a sintetização dos elementos pesados.

Vimos que o modelo cosmológico padrão prevê que a sintetização de núcleos atômicos foi iniciada, a partir de prótons e nêutrons, quando o universo era extremamente jovem. Vimos também que esta hipótese é coerente com a larga predominância, constatada pela observação, de hidrogênio e hélio. Assim, a despeito de algumas controvérsias que dizem respeito à extrapolação da abundância atual dos diversos elementos, o modelo é considerado bem-sucedido no que diz respeito à determinação quantitativa da abundância dos elementos primordiais.

Depois da síntese dos núcleos, o próximo passo é a síntese dos átomos, formados pela interação dos primeiros com os elétrons também existentes na “sopa cósmica”. A formação dos átomos ocorre necessariamente em uma etapa posterior à nucleossíntese — e não junto com ela — por um simples motivo: eles possuem uma energia de ligação menor. Por isso, foi necessário esperar até que a temperatura caísse a menos de 10^4 K. Na verdade, a síntese dos átomos se inicia em 4.000 K, temperatura que, por este motivo, inaugura a chamada “era da recombinação”. Ocorre então o desacoplamento de matéria e radiação. Esta última, formada pelos fótons (deixados como fósseis), constitui a radiação de fundo já referida. Sua homogeneidade e isotropia refletem as características do universo nessa era, pois, nela, matéria e radiação de fundo estiveram acopladas pela última vez.

Em temperaturas menores do que 4.000 K a constituição do universo era bastante simples: basicamente, átomos de hidrogênio e de hélio, distribuídos no espaço de maneira uniforme e isotrópica. Como um sistema tão homogêneo evoluiu até o universo que observamos hoje? Como se formaram os grandes aglomerados de matéria? São questões fascinantes, alvo de intensa investigação científica.

Existe, no entanto, um consenso: a estrutura do universo atual surgiu de pequenos “defeitos” na homogeneidade que prevalecia na distribuição da matéria primordial. Após a era da recombinação, esses defeitos passaram a atuar como “sementes” para a formação de aglomerados, pois, por efeito da interação gravitacional, a matéria tendeu a aglutinar-se em torno deles. A figura 7 mostra, através de simulação numérica, a aglomeração de matéria como efeito da instabilidade gravitacional.

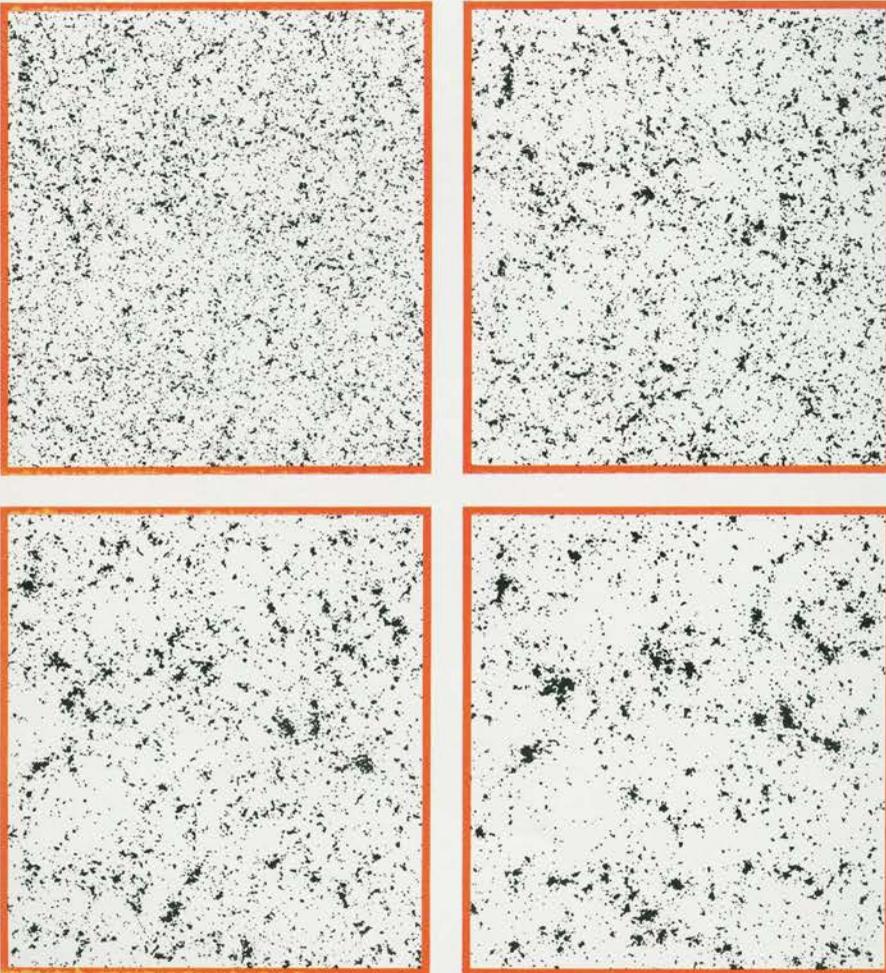


Fig. 7. Simulação numérica, feita em computador, do efeito da interação gravitacional sobre um sistema pouco homogêneo, formado por cerca de 20 mil partículas. Observe-se que existe uma tendência a uma inhomogeneidade crescente.

A seqüência de eventos posteriores à era da recombinação requer uma análise que foge ao objetivo deste artigo. Como fizemos no caso da gênese, partamos novamente da situação atual e tentemos imaginar o fim do universo, problema que inquieta cientistas desde, pelo menos, meados do século passado, época de Kelvin, Helmholtz e Clausius. Considerava-se então que o universo estava condenado a atingir um estado de repouso eterno, correspondente à situação-limite de total desordem (ou entropia máxima) de um sistema.

Hoje, temos novos caminhos de análise. As observações de Hubble permitem algumas previsões relativamente seguras sobre o futuro. Não obstante, aparece uma situação nova: são dois os destinos teoricamente possíveis. Os dados colhidos por observação ainda não permitem indicar com precisão qual deles ocorrerá. Pela primeira hipótese, mais provável, o universo permanece em eterna expansão (universo aberto); pela segunda, ele se expande até certo ponto, depois do qual começa a contrair-se (universo fechado). Como distinguir uma situação da outra?

Curiosamente, a resposta a essa intrigante questão depende tão-somente de sabermos se a densidade da matéria existente no universo excede ou não a chamada "densidade crítica". Em caso positivo, teremos um universo fechado; em caso negativo, ele se expandirá para sempre.

A razão para essa distinção é bastante simples. Imaginemos um universo em expansão, contido em uma região delimitada por uma esfera e dotado de matéria uniformemente distribuída. Neste caso, com a ajuda de noções elementares de mecânica clássica, podemos saber se as partes mais externas desta região atingirão o infinito. O resultado é equivalente ao obtido por Friedmann a partir das equações de Einstein. No entanto, sabe-se que as partículas instaladas nas bordas desse universo experimentam a competição de duas forças antagônicas, pois, além da inércia originada pela explosão, também sofrem influência da atração gravitacional, que as dirige ao centro da esfera. Se a gravitação for suficientemente intensa, poderá brevar o processo de expansão iniciado com o Big Bang e regido pela lei de Hubble.

A força de gravidade em atuação nas partes situadas na superfície da esfera depende da quantidade de matéria existente neste universo. Se este for homogêneo, ela será dada pela densidade da matéria vezes o volume. Se a densidade for da ordem de 2×10^{-29} gramas por centímetro cúbico, poderá gerar uma atração gravitacional capaz de frear a expansão. Se esta for a hipótese correta, o universo deverá expandir-se durante um tempo total de cerca de 10^{12}

anos, iniciando-se aí um processo de contração. Então, o "filme" a que nos referimos no início será efetivamente passado de trás para a frente: o universo ficará cada vez menor e sua temperatura aumentará de forma gradativa, até atingir valores extremamente altos. Os elementos químicos deixarão de existir, com dissociação sucessiva da matéria em seus componentes mais elementares. Voltaremos à "sopa cósmica". Provavelmente, no momento de contração máxima, o universo iniciará novo ciclo de expansão, talvez como outro Big Bang. Chegamos, por esta via, à imagem de um universo oscilante, em que ciclos de expansão e contração se sucedem.

É outro o quadro previsto pela idéia de expansão permanente. Neste caso, o universo terá sempre menor densidade e será cada vez mais frio. Como as estrelas deixarão de emitir luz, tudo tenderá à escuridão. Qual será a forma da matéria nesse estágio final?

Galáxias, estrelas, cometas, planetas e outros agregados de matéria deverão, com o tempo, experimentar transformações significativas e profundas, algumas das quais decorrentes da atuação de uma força presente em todos eles — a gravitação — cujo efeito último é provocar o colapso da matéria, atraindo-a para seu centro de distribuição. A seqüência dessas transformações depende da massa de cada agregado: se ela for menor do que 1,5 vez a massa solar, existe a tendência de o agregado tornar-se extremamente denso, como as anãs brancas e as estrelas de nêutrons. Os agregados dotados de massas maiores do que a indicada tendem a transformar-se em "buracos negros", que são elevadas porções de massa confinada em volume praticamente igual a zero, com um campo gravitacional tão intenso que não deixa escapar nenhuma luz, matéria ou qualquer espécie de sinal. Obviamente, nossa galáxia está nesta última situação. Estima-se em 10^{19} anos o tempo necessário para que um aglomerado de galáxias com 10^{15} massas solares se transforme em buraco negro.

Como as estrelas integram as galáxias, poderia ficar a impressão de que toda a matéria tende a transformar-se em buracos negros. Não é bem assim, pois existe a possibilidade de uma estrela ganhar energia cinética — por causa de deflexões gravitacionais, colisões e instabilidades — até atingir uma velocidade de escape em relação à galáxia da qual faz parte. Assim, pode-se prever que o colapso das galáxias atinja apenas suas regiões centrais, de modo que a formação de buracos negros seja acompanhada de uma "evaporação" de estrelas situadas nas regiões mais externas. Estima-se, inclusive, que entre 90 e 99% da massa de uma galáxia possam "evaporar".

Dessa forma, no caso de universo aberto, pode-se prever que, num intervalo de 10^{20} anos, toda a matéria deverá evoluir para um dos seguintes estados:

a) Buracos negros (ultradensos e pequenos).

b) Objetos densos (com massas menores do que 1,5 massa solar). Estão neste caso as estrelas de nêutrons e as anãs brancas, além de vários aglomerados menores (como meteoritos, planetas e estrelas pequenas).

c) Partículas elementares dispersas, iguais às que existem hoje e de outros tipos, produzidas nos processos de colapso gravitacional.

d) Radiação igual à que existe hoje porém acrescida daquela resultante do processo de contração dos vários aglomerados de matéria.

Já dissemos que esse processo de evolução tornará o universo extremamente frio, pouco denso e escuro, pois os processos responsáveis pela produção de luz nas estrelas deixarão de ocorrer. Nesse futuro longínquo, a Terra, além de escura e fria, provavelmente já teria escapado do sistema solar, o qual já teria escapado da Via Láctea. Portanto, o Sol e os planetas hoje em sua órbita integrariam o grupo (b): formariam densos aglomerados de matéria, com temperaturas ultrabaixas.

A previsão da evolução da matéria para os quatro estados básicos acima apresentados é denominada de "futuro clássico", pois seu estudo utiliza apenas a teoria clássica da gravitação. O conhecimento das três outras forças que atuam no universo (forte, fraca e eletromagnética) e da teoria quântica da gravitação ainda é insuficiente e permite apenas conjecturas sobre alguns dos eventos que acontecerão a seguir.

De acordo com o físico inglês Stephen Hawking, todo buraco negro emitirá radiação típica de um corpo negro, com temperatura inversamente proporcional à sua massa. A maior parte de um buraco negro deverá ser convertida em radiação e uma pequena parcela em partículas dotadas de alta velocidade. Portanto, este não é o estado terminal da matéria. O tempo necessário para que o buraco negro desapareça também depende de sua massa, de acordo com a seguinte relação: $t = X^3 \cdot 10^{64}$ anos, onde X é a massa do buraco negro, expressa em unidades de massa solar. Assim, um buraco negro cuja massa seja semelhante à de uma galáxia ($X = 10^{12}$ massas solares) deverá desaparecer depois de 10^{100} anos. Como, no final da sua vida, todos os buracos negros se tornam brilhantes, o universo frio e em expansão deverá ser iluminado de forma ocasional durante um intervalo de tempo muito longo.

A matéria que evoluir para o segundo estado (objetos densos) terá o mesmo desti-



Fig. 8. Evolução do universo aberto, segundo o modelo cosmológico padrão.

no daquela que assumir a forma de buracos negros, sendo gradativamente transformada em radiação e partículas elementares. Haverá, no entanto, uma diferença: tais aglomerados sobreviverão por muito mais tempo, pois, até atingirem essa forma de energia, eles sofrerão uma série de transformações intermediárias, mostradas na figura 8.

Mesmo na temperatura-limite de zero grau kelvin ainda é possível a ocorrência de processos físicos. Como decorrência destes, prevê-se, por exemplo, que qualquer porção de matéria, por mais rígida que seja, não poderá preservar sua forma ou sua estrutura química, inclusive porque, na temperatura mínima, a matéria é líquida. Assim, após um período estimado em 10^{65} anos, qualquer objeto se comportará como um líquido. Um dos resultados das reações químicas e nucleares que ocorrerão na matéria líquida em zero kelvin é a lenta e gradual transformação de todos os seus átomos em átomos de ferro radioativos. Portanto, nesse estágio, que para ser atingido demanda um tempo estimado em $10^{1.500}$ anos, uma estrela como o Sol manterá a forma esférica (por causa da atração gravitacional) e

seria composta de ferro em estado líquido.

Um desdobramento possível para uma estrela de ferro é seu colapso e transformação em estrela de nêutrons, processo que, à semelhança de uma explosão de supernova, gera grande quantidade de energia, principalmente sob a forma de emissão de neutrinos e secundariamente sob a forma de radiação (raios-X, luz visível). O universo deverá, nesse caso, ser palco de explosões esporádicas, distribuídas ao longo de um intervalo de tempo inimaginável.

De acordo com a teoria quântica, em qualquer estágio da seqüência acima (matéria em processo de esfriamento, estrela de ferro, estrela de nêutrons) a matéria poderá sofrer um colapso que leve à formação de um buraco negro ou simplesmente produza sua "evaporação" (transformação em resíduos de partículas elementares e radiação). Tal possibilidade está associada ao processo conhecido como tunelamento quântico: o movimento do ponto zero das partículas constituintes da estrela pode provocar uma flutuação da superfície do astro, de tal forma que o raio deste fique menor do que o necessário para sua transformação em buraco negro. O mesmo movimento do ponto zero pode conferir às partículas da superfície uma velocidade de es-

cape, ocorrendo então um processo de evaporação do objeto condensado.

Em resumo, a teoria quântica prevê que, após um tempo suficientemente longo, o universo será formado apenas por buracos negros, partículas elementares e radiação. Se a expansão for eterna e se for possível a existência de buracos negros com qualquer massa, é bem possível que estes também evaporem, dando lugar a partículas e radiação (se os buracos negros tiverem uma massa mínima a análise fica bem mais complexa). Em um futuro longínquo, só restariam partículas e radiação.

Mas a evolução da matéria não cessa nesse estágio: em virtude do processo Hawking, já mencionado, os prótons e os elétrons — partículas supostamente estáveis — se tornarão estáveis e decairão em partículas de massa zero. Assim, o universo aberto terminará sendo constituído apenas por um gás de radiação.

Como se vê, as partículas elementares parecem ter conquistado um lugar definitivo na descrição da história do universo. Por isso, o estudo contemporâneo da gênese fez com que os cientistas que elaboraram teorias sobre as menores "coisas" passassem a trabalhar também no entendimento da maior de todas as "coisas", ou seja, o próprio universo. Inicialmente, como vimos, ele seria uma "sopa cósmica" ultra-densa, formada pelos constituintes últimos da matéria. Vemos agora que a forma final do universo tenderá a reproduzir os primeiros constituintes. Se ele for fechado, o fim não será muito diferente do início; se for aberto, o fim será diferente, mas tudo terminará sob a forma de partículas absolutamente estáveis: fótons e neutrinos.

Quando o trabalho de observação permitir a obtenção de dados melhores e mais abundantes, poderemos formar uma imagem mais precisa a respeito do início e do fim. No futuro, talvez se chegue a montar um quadro diferente do que apresentamos. Mas, seja como for, não há dúvida de que o interesse da ciência pela gênese e a escatologia já é um processo irreversível.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- SILK J., *O Big Bang*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1985.
- WEINBERG S., *Os três primeiros minutos*, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois, 1980.
- FOWLER W.A., "Experimental and theoretical nuclear astrophysics", *Reviews of Modern Physics*, vol. 56, p. 149, 1984.
- DOLGOV A.D. e ZELDOVICH Ya. B., "Cosmology and elementary particles", *Reviews of Modern Physics*, vol. 53, p. 1, 1981.
- DYSON F.J., "Times without end", *Reviews of Modern Physics*, vol. 51, p. 447, 1979.
- BARROW J.D. e TIPLER F.J., "Eternity is unstable", *Nature*, vol. 276, p. 453, 1978.

A TEORIA DO
BIG BANG-BANG

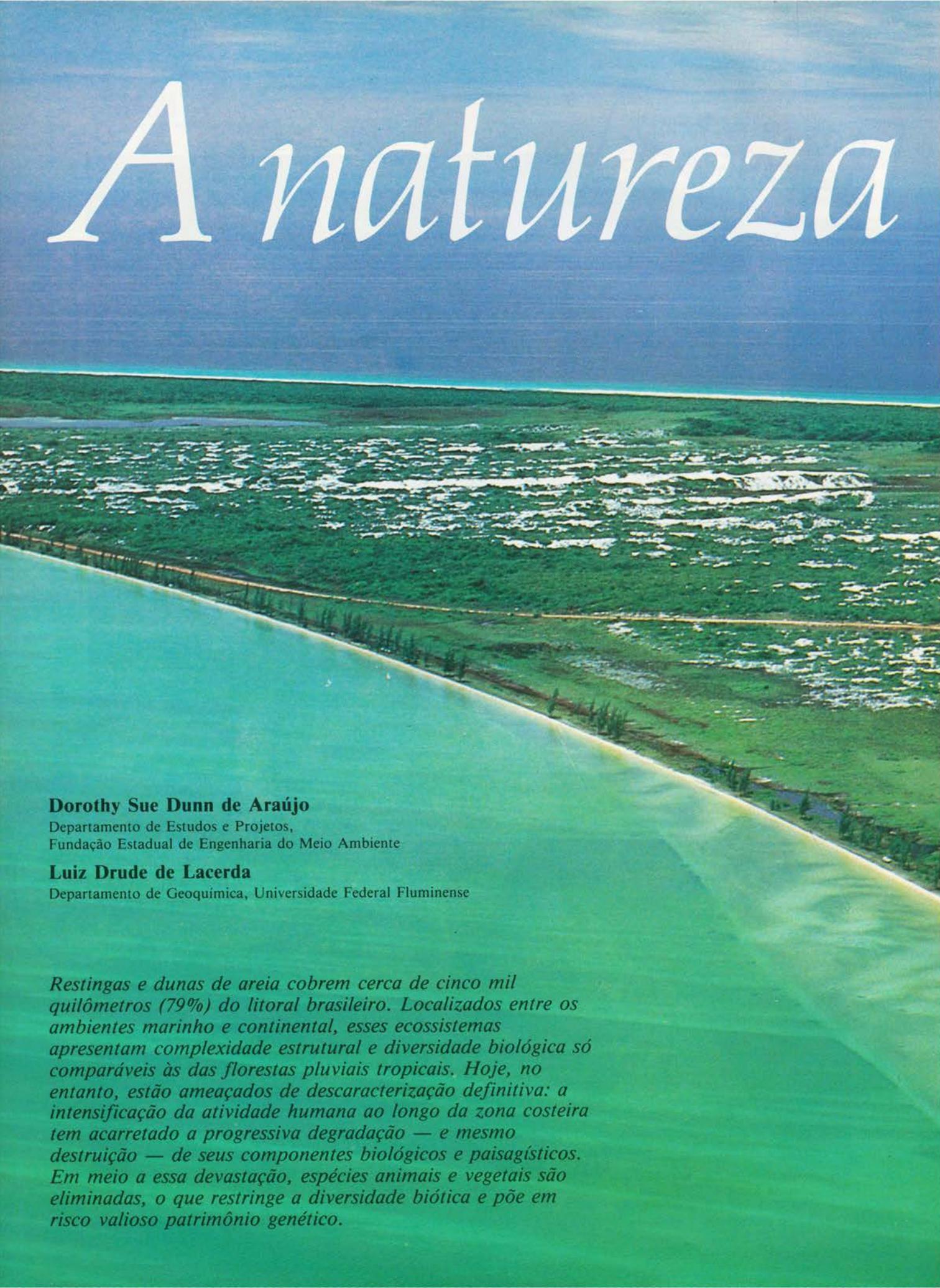


EU CHEGUEI
UM ZILHÃO DE ANOS
ATRASADO. O QUE
ACONTECEU ATÉ
AGORA?

COMEÇOU
COM UMA GRANDE
EXPLOÇÃO. UM
EFEITO ESPECIAL
CARÍSSIMO...

E O FINAL
É SEMPRE A
MESMA COISA:
O JOHN WAYNE
CHEGA E TRANSFORMA
TUDO EM PARTÍCULAS
ELEMENTARES.

A natureza



Dorothy Sue Dunn de Araújo

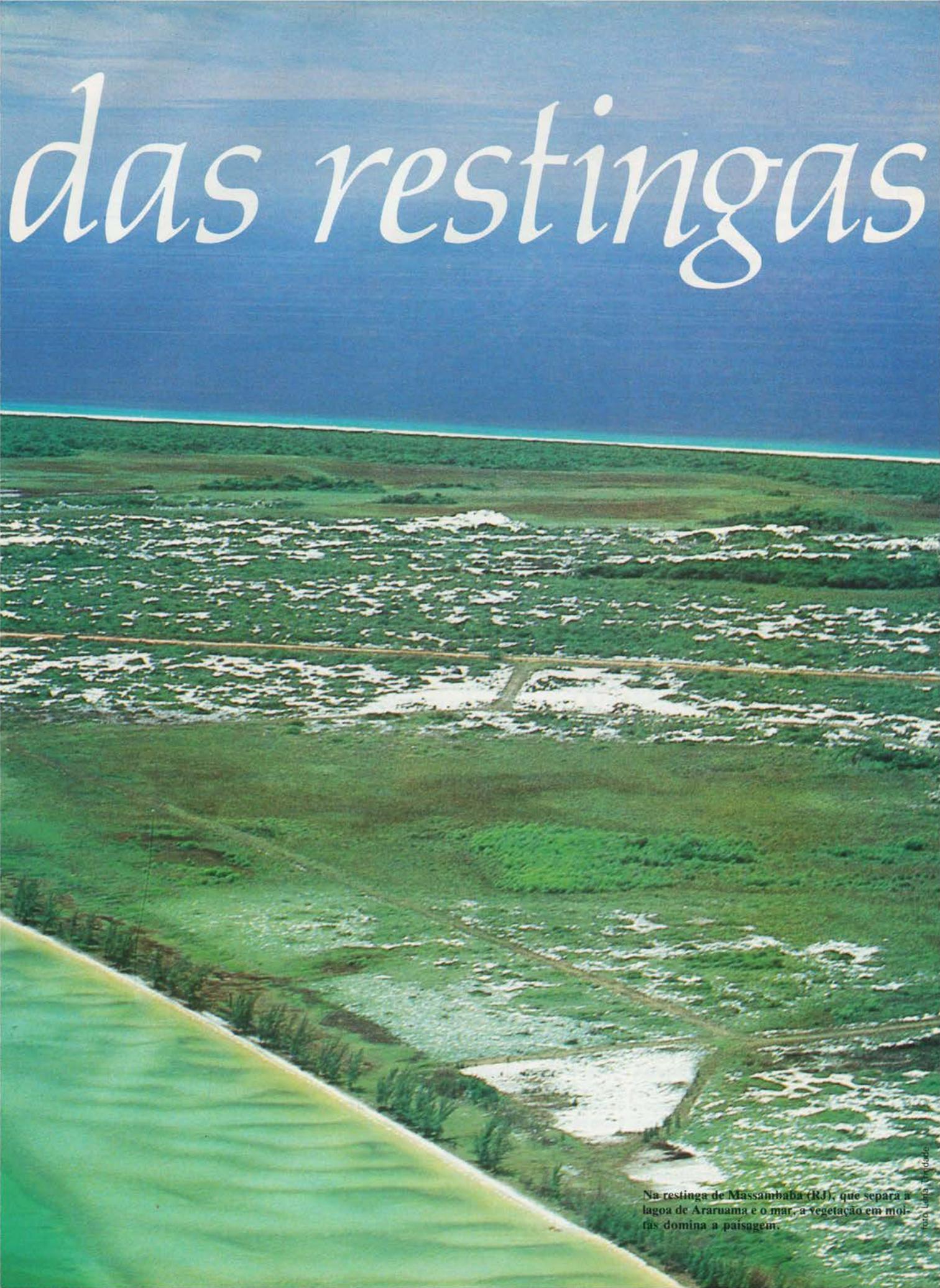
Departamento de Estudos e Projetos,
Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

Luiz Drude de Lacerda

Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense

Restingas e dunas de areia cobrem cerca de cinco mil quilômetros (79%) do litoral brasileiro. Localizados entre os ambientes marinho e continental, esses ecossistemas apresentam complexidade estrutural e diversidade biológica só comparáveis às das florestas pluviais tropicais. Hoje, no entanto, estão ameaçados de descaracterização definitiva: a intensificação da atividade humana ao longo da zona costeira tem acarretado a progressiva degradação — e mesmo destruição — de seus componentes biológicos e paisagísticos. Em meio a essa devastação, espécies animais e vegetais são eliminadas, o que restringe a diversidade biótica e põe em risco valioso patrimônio genético.

das restingas



Na restinga de Massambaba (RJ), que separa a lagoa de Araruama e o mar, a vegetação em manchas domina a paisagem.

Variações no nível dos oceanos ocorridas já na época holocena, entre sete e dois mil anos atrás, ocasionaram a formação, ao longo do que é hoje a costa brasileira, de vastas planícies sedimentares arenosas, particularmente bem desenvolvidas nos litorais oriental e meridional. Em consequência das transgressões e regressões marinhas — movimentos de avanço e recuo das águas do mar com relação ao continente — elas tomaram a forma de uma sucessão de cordões litorâneos arenosos. Após a deposição da areia pelo mar, as tempestades, as correntes litorâneas e os ventos passaram a modelar uma topografia complexa e diversificada, que pode assumir a forma de altas barreiras que bloqueiam a foz dos rios ou separam lagunas do mar, de dunas móveis de altura variável ou ainda de planícies de cordões arenosos e relevo pouco acidentado.

Esses depósitos arenosos são em geral cobertos por comunidades vegetais características e também muito diversas, como campos ralos de gramíneas, matas fechadas de até 12 metros de altura ou brejos com densa vegetação aquática. A esse conjunto de formações geomorfológicas e às diferentes comunidades biológicas que as ocupam dá-se o nome genérico de restingas.

Nos litorais oriental e meridional do Brasil — sobretudo no norte do Espírito Santo, no sul da Bahia e no Rio de Janeiro — formaram-se largas planícies. Ao redor da desembocadura do rio Paraíba do Sul (RJ), a planície chega a avançar 30 quilômetros sobre o continente. Em outros trechos, as restingas isolaram do mar grandes lagunas, como em Araruama (RJ), ou formaram ilhas de dimensões consideráveis, como as ilhas Comprida e de Cananéia, no sul do estado de São Paulo. No extremo sul do país, de clima temperado, a costa é tomada por largas planícies de areia, grandes lagunas e altas dunas migratórias.

Na faixa equatorial, as restingas são pouco freqüentes. Entre o rio Oiapoque e a baía de São Luís (MA), o litoral é dominado por manguezais (ver “Manguezais: florestas de beira-mar”, em *Ciência Hoje* n.º 13), favorecidos pelos abundantes sedimentos trazidos pelas águas do rio Amazonas e pela amplitude das marés.

No litoral nordestino, entre o rio Parnaíba (PI) e o Recôncavo Baiano, o traço característico são os tabuleiros da formação Barreiras. Acima do cabo de São Roque (RN), num trecho de clima semi-árido, grandes dunas movediças, em geral desprovidas de vegetação, erguem-se até cem metros de altura. Ao sul desse cabo até o Recôncavo, o litoral, submetido a um clima superúmido, apresenta planícies estreitas, freqüentemente interrompidas por formações terciárias, responsáveis por costas escarpadas à beira-mar.



Fonte: J. D. da Silveira, *Brasil: a terra e o homem*, 1964.

Quatro grandes regiões do litoral brasileiro com feições geomorfológicas diferentes.

A fauna e a flora das restingas formam, em seu conjunto, associações bem típicas, embora compostas por animais e plantas encontrados nos mais diferentes ecossistemas, desde a mata atlântica à amazônica. Assim, por exemplo, encontram-se nelas a maria-fernanda (*Posoqueria latifolia*), a aricança (*Geonoma schottii*) e *Casearia commersoniana*, da família das flacurtiáceas, espécies típicas da mata atlântica. Com as campinas amazônicas, as restingas têm em comum a presença do umiri (*Humiria balsamifera*) e com os campos rupestres, a de *Mandevilla moricandiana*, um cipó da família dos apocináceos, e *Marcetia taxifolia*, uma pequena melastomácea (ver “Campos rupestres: paraíso botânico na serra do Cipó”, em *Ciência Hoje* n.º 25).

Existem também espécies endêmicas das restingas, como o mostrou um levantamento feito no Rio de Janeiro. Os estudos, ainda incompletos, sobre a distribuição total das 700 espécies arroladas indicam porém baixo nível de endemismo (18 espécies ou 2,6%).

Com relação à fauna, talvez por causa da escassez de estudos zoogeográficos dirigidos, conhecem-se poucos casos de endemismo, todos por enquanto concentrados nos grupos inferiores. Nas restingas do

Rio de Janeiro, foram encontradas, entre outras, as seguintes espécies endêmicas: o lagarto branco da praia (*Liolaemus lutzae*), restrito à zona da anteduna (aquela que beira a praia, estando ainda sujeita a lavagem pelo mar nas ressacas) e ao cômodo (a crista do cordão arenoso), onde é camuflado pelo meio arenoso; a borboleta-da-praia (*Parides ascanius*), cuja lagarta se alimenta das folhas da jarrinha (*Aristolochia macroura*), só presente na vegetação densa à beira da praia; a libélula *Leptagrion andromache*, que completa seu ciclo vital na água depositada entre as folhas dos gravatás.

De modo geral, as restingas podem ser consideradas áreas de extensão de espécies animais e vegetais características de outros ecossistemas, que nelas ocorrem em razão da diversidade das condições físicas que ali se apresentam.

nível médio do mar

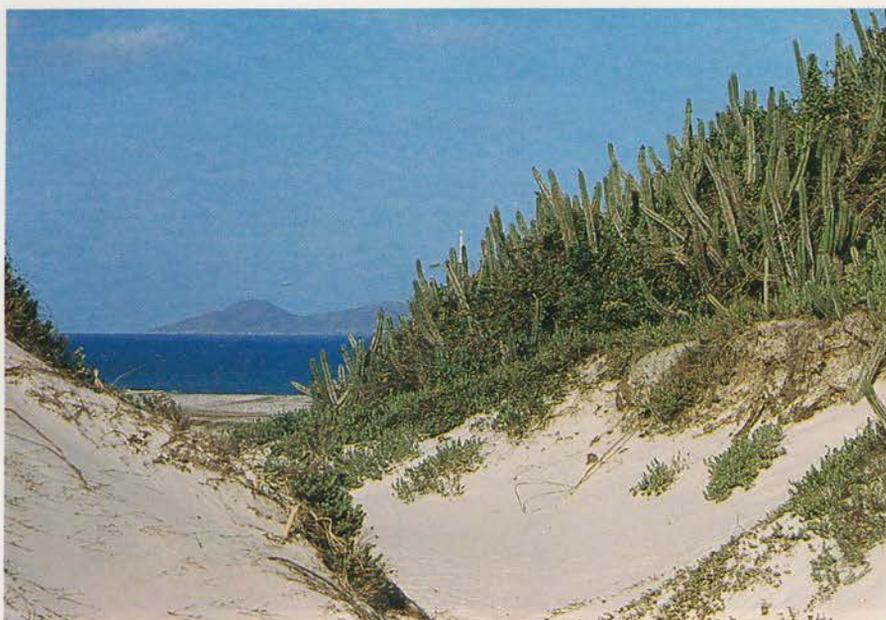
halofitas e psamofitas reptantes	arbustiva baixa e fechada
----------------------------------	---------------------------

Comumente, a vegetação das restingas apresenta zonas bem definidas. A complexidade das comunidades aumenta na medida em que estão mais distantes do oceano e a composição faunística é determinada pelos fatores ambientais locais, como a topografia, a proximidade do mar, as condições do solo, a profundidade do lençol freático, bem como pelas diferentes interações biológicas entre os componentes das diferentes comunidades. O perfil esquemático de uma restinga típica, com suas diferentes zonas de vegetação, é mostrado na figura abaixo.

A vegetação da praia compõe-se normalmente de plantas herbáceas de caules longos e prostrados. Estes, denominados estolões, funcionam como barreiras à movimentação da areia. A composição florística dessa zona é semelhante ao longo de toda a costa brasileira. Algumas espécies — como o feijão-da-praia (*Canavalia rosea*) e a salsa-da-praia (*Ipomoea pes-capre*) — têm mesmo ampla distribuição nas praias tropicais do mundo inteiro. Nessa zona, que sofre grande influência do mar, podendo até ser alagada durante tempestades, as plantas suportam as altas concentrações de sais, presentes no meio, através de adaptações como a succulência das folhas e o desenvolvimento de formas de excreção que lhes permitem manter determinados níveis de concentração interna desses sais. Algumas dessas adaptações são muito semelhantes àquelas encontradas em plantas de manguezais.

A zona da praia estende-se em faixas que podem ter de poucos metros a algumas centenas de metros de largura, cobrindo dunas que, em geral, têm menos de dois metros de altura. Em algumas regiões, como no litoral do Rio Grande do Norte, são frequentes dunas de origem eólica de até cem metros de altura, muitas vezes sem vegetação.

Em certos trechos de nossa costa, menos atingidos pela atividade humana, a zona da praia se restringe a uma estreita faixa ao longo do mar. Logo depois tem início uma vegetação densa e arbustiva, quase impe-

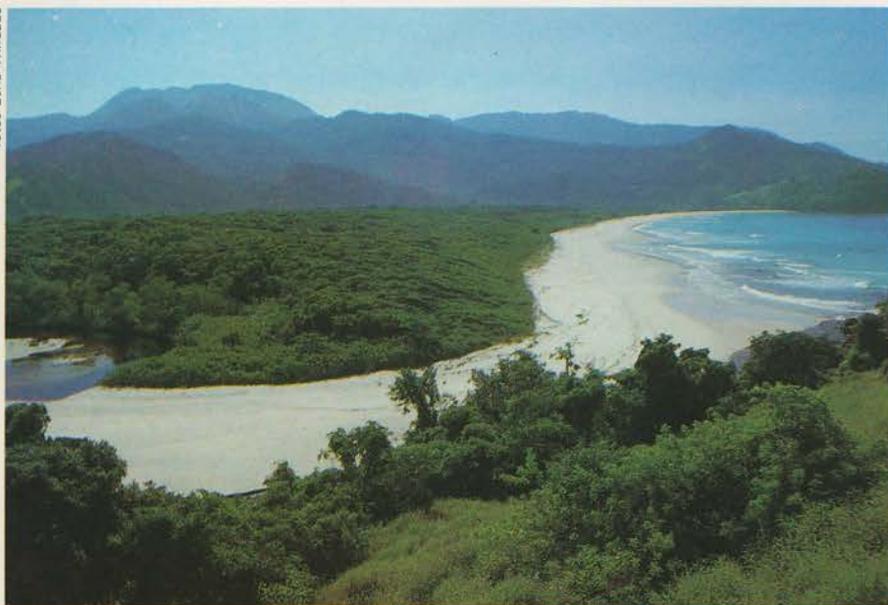


netrável, composta de bromélias espinhentas, cactos e outros arbustos de galhos rígidos. Nessa comunidade, muito influenciada pelos ventos, as copas parecem ter sido penteadas para o lado do mar. Essa zona é logo sucedida por uma mata baixa de restinga (em lugares mais preservados), ou por uma comunidade de moitas e clareiras, a que geralmente corresponde o conceito popular de restinga. Por vezes, um sistema de múltiplos cordões arenosos desce até um brejo ou lagoa.

As dunas altas da região de Cabo Frio (acima) são apenas parcialmente fixadas pela vegetação. Na zona da praia, *Canavalia rosea* (abaixo, à esquerda) e outras plantas estão adaptadas ao ambiente dinâmico, com movimentação de areia e lavagem pelas ondas. *Marsetia taxifolia* (abaixo, à direita), uma pequena melastomácea, ocorre sempre nos lugares mais úmidos das restingas, chegando a dominar extensas áreas.

Abaixo, perfil esquemático de uma restinga típica, com suas várias zonas de vegetação.





O cordão arenoso da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, na Ilha Grande (RJ), forma, com sua densa vegetação, uma barreira impenetrável na beira da praia.

A formação de restingas paralelas à linha da costa dá origem muitas vezes a sistemas de cordões intercalados por depressões, que podem ser ocupadas por longas e estreitas lagoas ou por extensos brejos. A formação dessas extensas áreas alagadas, que em anos muito chuvosos podem ter até 60 centímetros de profundidade, se deve ao afloramento do lençol freático. Dominam aí as plantas higrófilas (que crescem em locais úmicos), principalmente gramíneas e ciperáceas. Ao contrário das dunas, essas áreas têm o solo coberto por espessa camada de matéria orgânica, de até 30 centímetros de profundidade, formando verdadeiras turfeiras. Diversas espécies de animais utilizam-se desses verdadeiros oásis para nidificação e alimentação. São comuns, nesses locais, garças e socós. Pequenos mamíferos, roedores e marsupiais são também frequentes nas suas proximidades, onde o alimento é abundante.

Ainda que raramente, é possível encontrar, tanto nessas depressões como nas margens das lagoas, florestas bem desenvolvidas, que ainda resistem à devastação humana. São matas densas e sombrias, com árvores que chegam a dez ou 15 metros de altura, sendo *Symphonia globulifera* e *Calophyllum brasiliense* (o guanadi) as espécies mais comuns. A camada de detritos no solo é espessa e, em época de chuva, alguns centímetros de água podem cobrir o chão. Certas palmeiras são características dessas florestas, entre elas o palmito (*Euterpe edulis*) e a uva-do-mato (*Bactris setosa*). O chão é forrado por um tapete contínuo de bromélias, com espécies que variam de uma mata para outra, segundo a região geográfica (ver "Bromélias" e "Bromélias na tra-

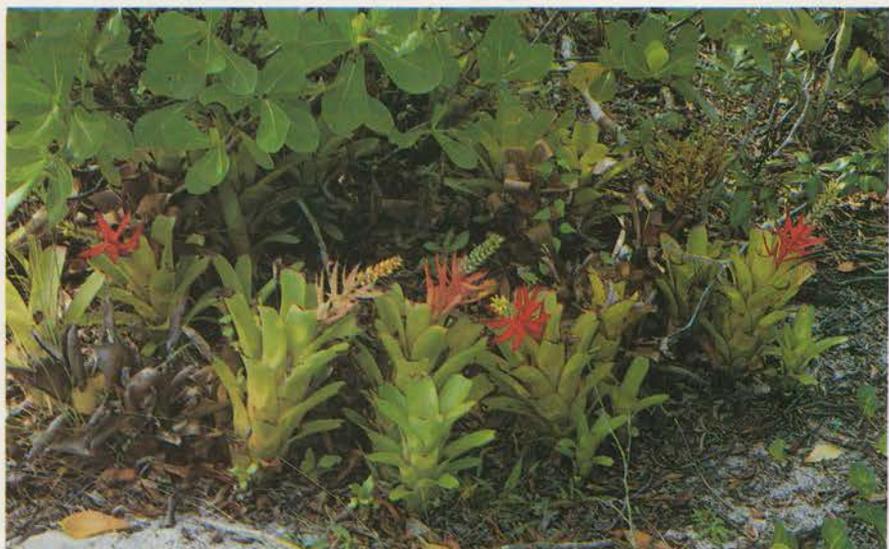
ma da malária" em *Ciência Hoje* n.º 13 e 21). Em áreas onde o chão é permanentemente coberto por água, a floresta é muito menos densa e dominada pelo pau-de-tamanco (*Tabebuia cassinoides*). Em estado nativo, essas matas eram compostas de altas árvores com troncos grossos e galhos repletos de epífitas, como o atestam os depoimentos de naturalistas que as atravessaram no século passado, como o francês Auguste de Saint Hilaire e o príncipe de Wied Neuwied, alemão.

Após a zona alagada, vegetações de vários tipos fisionômicos estendem-se continuamente adentro, sobre o cordão interno de restinga (cordão arenoso mais antigo e mais afastado do mar). Em nossos dias, no estado do Rio de Janeiro, predomina uma

formação baixa, dominada por *Allagoptera arenaria*. Esta pequena palmeira sem caule, conhecida como guriri, tem um órgão subterrâneo grosso e resistente que lhe permite sobreviver às frequentes passagens de fogo por essas áreas. Associadas ao guriri, encontram-se outras espécies também resistentes ao fogo, como o murici (*Byrsonima sericea*) e as bromélias *Neoregelia cruenta* e *Vriesea neoglutino*.

Em lugares menos expostos à ação deletéria do homem, a vegetação, mais alta e mais robusta, forma moitas intercaladas de clareiras e, por vezes, uma mata baixa e contínua. Aí, as plantas têm características xeromórficas, isto é, apresentam adaptações morfológicas que aumentam sua resistência ao ambiente relativamente seco dos cordões arenosos. As folhas são geralmente suculentas — isto é, capazes de armazenar água — e envolvidas por uma grossa epiderme, que reduz a perda por evaporação.

As espécies da família das mirtáceas são muito comuns nesse tipo de vegetação, sendo os gêneros *Eugenia* e *Myrcia* especialmente bem representados. Além de sua beleza e valor ornamental — com profusão de flores brancas e perfumadas —, essas plantas dão frutos abundantes e saborosos, importantes para a alimentação da fauna, sobretudo pássaros. Já a família das gutíferas se faz notar não pelo número de espécies, mas pela quantidade de indivíduos. O gênero *Clusia* (abaneiro) domina a vegetação das moitas, e *Rheedia* (bacopari), a vegetação arbustiva fechada. À volta das moitas formando tapetes contínuos sob a vegetação cerrada, ou ainda como epífitas nos arbustos e pequenas árvores, estão as bromélias, das quais só nas restingas do estado do Rio de Janeiro se contam mais de 40 espécies.



Nas restingas, é comum observar-se um anel de bromélias terrestres (como *Aechmea nudicaulis*) em volta das moitas de vegetação.

Conservação e manejo

A diversidade de habitats faz das restingas brasileiras um dos mais complexos ecossistemas existentes. Essa característica, que por um lado lhes confere especial interesse e valor, é em parte responsável, por outro lado, por sua fragilidade e extrema susceptibilidade às perturbações causadas pelo homem.

Ambientes onde o mar e as lagunas asseguram alimentação farta, as restingas vêm há muito sendo ocupadas pelo homem. Numerosos vestígios encontrados em nosso litoral, como os sambaquis, atestam sua ocupação pelo homem pré-histórico (ver "Sambaquis na pré-história do Brasil", nesta edição). Com a chegada dos colonizadores, a exploração dos recursos naturais tomou vulto e, cada vez mais, os complexos e frágeis ecossistemas das restingas foram sendo degradados. A derrubada de grandes extensões de mata é talvez a mais antiga agressão que vêm sofrendo esses ecossistemas. A exploração das espécies ditas nobres para extração de madeira de construção e, mais recentemente, de lenha para cerâmicas e padarias já provocou a devastação de quase todas as matas de restinga, principalmente no litoral fluminense.

Não raro, após o desmatamento, atea-se fogo aos restos vegetais e utiliza-se o solo para fins agrícolas ou pecuários. No litoral norte do estado do Rio de Janeiro, às margens da lagoa do Robalo, vem sendo implantado o cultivo do abacaxi nas restingas. Como se não bastasse, utilizam-se, como adubo, as turfeiras da própria restinga. Na mesma região, também os canaviais estão invadindo esses ecossistemas, após "tratamento" do solo arenoso com vinhoto destoxificado e seco.

Cidades como o Rio de Janeiro cresceram em detrimento de restingas. Assim, foram destruídas as de Botafogo, da Ilha do Governador, Copacabana, Ipanema, Leblon e Barra da Tijuca. Nos últimos 20 anos, a especulação imobiliária — cujo raio de ação foi ampliado pela abertura de boas estradas de acesso ao litoral — tornou-se a mais grave ameaça a esses sistemas. Assim, já desapareceu a vegetação da maior parte das restingas do litoral sul fluminense, da baixada de Jacarepaguá, de Itaipu, de Itaipuaçu, parte das de Maricá, Saquarema, Araruama, Cabo Frio, Barra de São João, Rio das Ostras, São Tomé e São João da Barra. Quando não destrói por completo o ambiente natural, a instalação desses empreendimentos implica a eliminação de uma flora diversificada e abundante, com

a conseqüente extinção de espécies associadas da fauna. Nem sequer se aproveitam, nessas ocasiões, as numerosas plantas de grande valor ornamental que crescem nas restingas, como figueiras, quaresmeiras, cássias, ingás, pitangueiras, maracujás, buganvílias, gravatás, orquídeas e antúrios. E isso não é tudo: sobre os raros trechos onde a vegetação permanece razoavelmente preservada, pairam as mais diversas formas de ameaça: extração de areia e de turfa, uso de veículos recreativos, presença de bovinos e caprinos, caça e pesca (nas lagunas), e até aterros de lixo.

Na restinga de Massambaba (RJ), que separa a lagoa de Araruama do mar, um aterro de lixo que recebe os despejos diários de três municípios está destruindo gradativamente o habitat da *Cattleya intermedia*, orquídea belíssima que cresce nas orlas das moitas que cobrem as dunas da região. Essa espécie, que ocorre também, como epífita, nas restingas do sul do país, está ameaçada de extinção no estado do Rio de Janeiro. Para a proteção não só dessa espécie como dos diversos ecossistemas de restinga que ali ocorrem, são indispensáveis a criação de uma unidade de conservação na área (não incluída na recém-criada Área de Proteção Ambiental de Massambaba) e a adoção de medidas que restrinjam o parcelamento da terra para fins de urbanização e proibam a alteração do perfil natural dos terrenos, a abertura de rodadouros públicos e a edificação.

Outra área que demanda urgentes medidas de conservação é a que separa as lagoas de Cabiúnas e Carapebus, no litoral de Macaé (RJ). As densas matas e outras comunidades típicas de restinga, ali remanescentes, abrigam espécies botânicas não encontradas no restante do estado, como o gravatá (*Aechmea multiflora*), *Persea aurata*, da família das canelas, e *Turnera lucida*, da família das turneráceas, além de populações isoladas de *Vernonia crotonoides*, espécie dos campos rupestres de Minas Gerais.

Do ponto de vista legal, esses ecossistemas já se encontram protegidos, uma vez que as formações florísticas de restinga são consideradas de preservação permanente pela Lei Federal nº 4.771 (Código Florestal), de 15 de setembro de 1965, e pela Resolução nº 4 de 18 de setembro de 1985 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

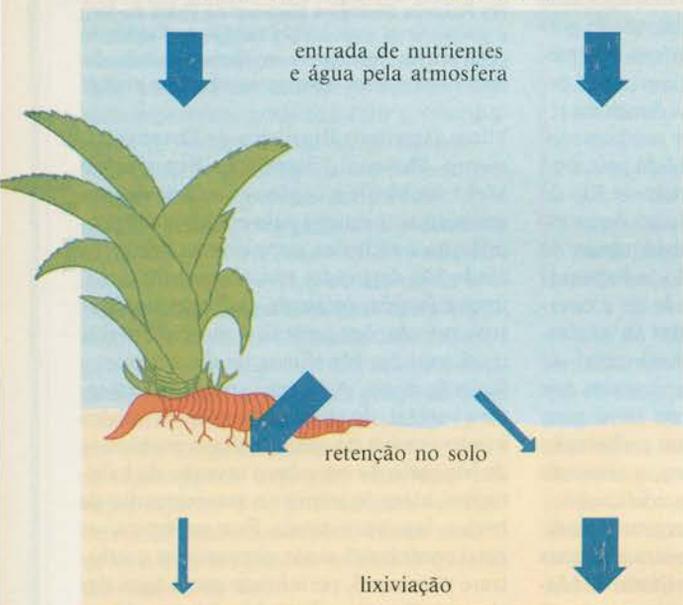
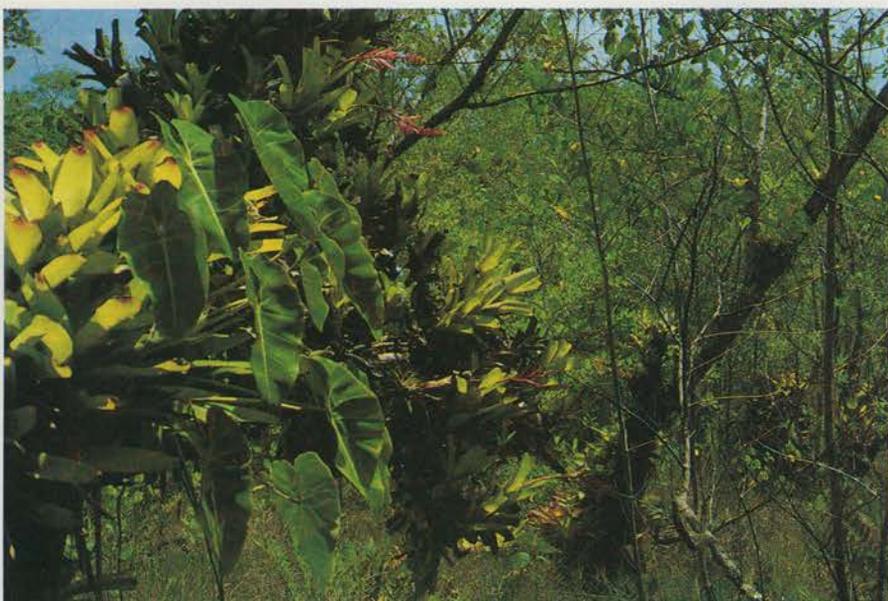
Só o disciplinamento da ocupação do solo, nos termos estabelecidos pelo Código Florestal, e a fiscalização pelos órgãos pú-



Na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, a presença de populações indígenas é atestada pelas oficinas líticas encontradas nas pedras existentes nos pontos mais protegidos das praias.

blicos (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Secretaria Especial do Meio Ambiente e órgãos estaduais de preservação ambiente) e pela comunidade propiciarão condições para que as restingas ainda não destruídas recuperem suas estruturas e funções originais, podendo recobrir suas populações vegetais e animais, o que trará grandes benefícios também à população humana. A fixação, por uma cobertura vegetal, do substrato arenoso, sujeito à ação erosiva do vento, evitará problemas de bloqueio de estradas e invasão de habitações, além de atenuar o assoreamento de brejos, lagunas e canais. Essa cobertura vegetal contribuirá ainda para manter o substrato permeável, permitindo que a água das chuvas alimente o lençol freático, cujo nível, por sua vez, garante o fornecimento de água potável na região e a manutenção do nível dos corpos d'água.

Outra providência de importância capital seria a criação de um banco genético, pois o potencial de uso das espécies das restingas — em termos de alimentação, farmacologia, possibilidade de extração de resinas e corantes e até de paisagismo — é muito superficialmente conhecido. Além disso, a preservação da diversidade característica das restingas requer a conservação de ecossistemas inteiros, inclusive para a realização de pesquisas (ver "A necessária diversidade da vida", em *Ciência Hoje* nº 26, p.90). A preservação de espécies raras ou já escassas da biota nativa será certamente benéfica para o meio ambiente regional, uma vez que, num ecossistema, não há papéis secundários: cada organismo tem função relevante.



Nas praias de restinga mais bem preservadas, os galhos das árvores são repletos de epífitas (acima).

Relação entre a bromélia *Neoregelia cruenta* e os nutrientes do solo (ao lado).

mêlias, que absorvem água e nutrientes sobretudo pelas folhas. É comum, em colônias de epífitas que vivem em matas de restinga, formarem-se verdadeiros solos aéreos, ricos em matéria orgânica graças à capacidade de reter água e nutrientes. No solo, a maioria das plantas tem sistemas radiculares extensos e superficiais que aumentam significativamente sua su-

perfície de absorção, contribuindo ainda para a fixação do substrato de areia móvel. Por outro lado, a deposição de partes mortas das plantas aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes do solo.

As bromélias são o exemplo por excelência dessas adaptações. Presentes por toda parte nas restingas, essas plantas chegam a somar em certas áreas 85 indivíduos por 100 metros quadrado, formando moitas de vegetação em meio a grandes extensões de areia desnuda. O sistema de raízes dessas plantas, extremamente modificado, serve fundamentalmente para fixá-las no substrato, tendo pouca ou nenhuma capacidade de absorver nutrientes do solo. É por meio dos vasos formados entre suas folhas (dispostas em forma de roseta) que elas coletam, da atmosfera, água e nutrientes, depois diretamente absorvidos pelas folhas. Diversas espécies de bromélia podem, as-

sim, colonizar áreas onde não sobreviveriam plantas que dependem de raízes para absorver água e nutrientes.

As folhas da bromélia, quando morrem, permanecem presas ao corpo da planta, enquanto a parte que fica em contato com o solo mais rico se decompõe lentamente. Esse material morto e depositado torna o solo mais rico em matéria orgânica, bem como mais capaz de reter água e nutriente. Assim, protege-o da lixiviação intensa durante as chuvas e torna-o suficientemente rico para ser colonizado por espécies vegetais mais exigentes.

Quando áreas previamente ocupadas por populações de bromélias são colonizadas por espécies arbustivas e arbóreas, elas passam a crescer vegetativamente sobre as copas, "fugindo" assim da competição pela luz, processo que lhes permite manter seus elevados níveis de densidade. Descrito pela primeira vez por um de nós (L.D. de Lacerda) e John Hay nas restingas do litoral do estado do Rio de Janeiro, ele talvez constitua um dos principais mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento de vegetação nos ecossistemas de restinga.

Dada essa diversidade de mecanismos ecológicos, a estabilidade dos ecossistemas de restinga depende estreitamente da preservação de seus componentes biológicos. A retirada da vegetação acarreta a lavagem acelerada dos nutrientes, que são carreados para as profundezas do solo, fora do alcance das raízes, num processo de empobrecimento gradual do sistema. Em estágios mais avançados de degradação, o solo sofrerá intensa erosão pelos ventos, o que pode ocasionar a formação de dunas móveis — um grave risco para o ambiente costeiro e, particularmente, para a população da faixa litorânea.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- HAY J.D. e LACERDA L.D., "Alterações nas características do solo após a fixação de *Neoregelia cruenta* (R. Grah.) L.B. Smith (*Bromeliaceae*) em um ecossistema de restinga", *Ciência e Cultura*, vol. 32, nº 7, 1980.
- KNEIP L.M., PALLESTRINI L. e CUNHA F.L. de S., *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro*. Niterói, Cia. de Desenvolvimento Industrial, 1981.
- LACERDA L.D., ARAÚJO D.S.D., CERQUEIRA R. e TURCQ B. (orgs.), *Restingas: origens, estrutura, processos*. Niterói, CEUFF, 1984.
- LACERDA L.D., ARAÚJO D.S.D. e MACIEL N.C., "Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast", in *Dry coastal ecosystems of the world* (E. van der Maarel, org.). Amsterdam, Elsevier Publ. Co., 1986.
- LAMEGO A.R., *O homem e a restinga*. Rio de Janeiro, IBGE, 1946.
- SILVEIRA J.D., "Morfologia do litoral", in *Brasil: a terra e o homem* (A. de Azevedo, org.), vol. I. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1964.

Emília PC

TAMANHO
ÚNICO

Existem muitos modelos de PC no mercado. Escolha aquele que melhor se adapta ao tamanho e tipo de sua empresa. Mas na hora de dar uma roupagem profissional para ele, escolha o modelo certo de impressora: Emília PC.

Com a melhor qualidade, ela se destaca pela sua versatilidade, velocidade e densidade de impressão.

É capaz de imprimir cartas e relatórios personalizados, em folhas soltas ou formulários contínuos, que podem ser ajustados milimetricamente. Imprime com Qualidade Carta mesmo que o seu micro não disponha de um software específico para tanto.

A Emília PC faz gráficos e desenhos com alta densidade. E perfeitos. Numa velocidade de até 1.000 pontos por segundo.

Se você está procurando uma impressora para o seu micro, a Emília PC tem o tamanho certo. E é da Elebra, o que significa alta tecnologia, atendimento personalizado e a maior rede nacional de serviços.



 **elebra**
Divisão Periféricos

TECNOLOGIA NA MEDIDA



Lina Maria Kneip

Departamento de Antropologia
do Museu Nacional, Universidade
Federal do Rio de Janeiro

Desenvolvida desde 1971, uma linha de pesquisa interdisciplinar estuda, no litoral fluminense, a evolução de culturas de povos pré-históricos, correlacionando-as com a evolução do ambiente. Geólogos, botânicos e zoólogos auxiliam os estudos arqueológicos que, a partir dos sambaquis, recuperam informações sobre os homens e a natureza de alguns milênios atrás.

SAMBAQUIS NA

Desde o início da colonização portuguesa os sambaquis chamaram a atenção dos viajantes que cruzaram o Brasil. São inúmeros os relatos de cronistas e exploradores dos séculos XVI e XVII sobre a utilidade econômica desses sítios arqueológicos, formados principalmente por restos de carapaças de moluscos e localizados quase sempre à beira-mar. Formularam-se várias hipóteses sobre sua origem. E os primeiros registros já vieram acompanhados de destruição: informes históricos dão conta de que as igrejas e os velhos solares coloniais do litoral, assim como muitas construções do interior, foram feitos com cal de sambaquis, aproveitados também, em diferentes épocas, na produção de farinha de ostra e na pavimentação de estradas. Mais recentemente foi a vez das obras de urbani-

zação. Apesar de possuímos uma lei das mais rigorosas para a proteção dos bens culturais — a Legislação Brasileira Protetora das Jazidas Pré-históricas — a destruição dos sambaquis para fins não científicos é ainda sistemática.

A palavra é de origem indígena, formada a partir de *tambá* (concha) e *ki* (depósito). De acordo com a localização, os sambaquis recebem, no território brasileiro, denominações diversas: concheiros, casqueiros, berbigueiros, ostreiras e sernambis. Os estudos científicos sobre eles só foram iniciados depois de 1950, tornando-se cada vez mais importantes na medida em que se foi confirmando a existência, nessas áreas, de preciosas informações sobre o passado cultural de populações que viveram em épocas muito anteriores ao Descobrimento.



A técnica de "decapagens", acompanhando a inclinação natural das camadas, tem sido usada no sambaqui Zé Espinho (Guapiruba, RJ).

foto da autora

PRÉ-HISTÓRIA DO BRASIL

A partir dos poucos testemunhos materiais que resistiram à ação do tempo, cabe ao arqueólogo reconstituir o processo de desenvolvimento cultural de uma certa área, buscando levantar hábitos alimentares, artefatos, formas de habitação, práticas funerárias e manifestações artísticas de grupos humanos distantes do nosso. Nesse trabalho, é muito importante estabelecer a correlação da cultura com o ambiente, o que torna, como veremos, imprescindível a colaboração multidisciplinar. Só assim é possível medir o potencial adaptativo — sobretudo tecnológico e econômico — das antigas populações, caracterizando-as culturalmente (ver "Pré-história do Brasil", em *Ciência Hoje* n.º 19).

Os modernos métodos de datação de material — entre os quais se destaca o do

carbono-14 — nos permitem afirmar que populações humanas sucessivas percorriam o litoral brasileiro há quase oito mil anos (ver "Os métodos de datação", em *Ciência Hoje* n.º 19, p. 39). Fixavam-se temporariamente à beira-mar, acampavam de preferência em lugares onde a captura de peixes era fácil e os moluscos abundantes, exploravam os recursos da cobertura vegetal primitiva — hábitat privilegiado de uma rica fauna — e aproveitavam a matéria-prima mineral para confecção de artefatos de pedra e cerâmica. Voltados para a pesca, a caça e a coleta, esses grupos pré-históricos foram pouco a pouco formando os sambaquis, pequenas elevações constituídas sobretudo de restos animais (carapaças de moluscos, pinças de crustáceos e fragmentos ósseos de peixes, mamíferos,

aves e répteis), esqueletos humanos, artefatos (de pedra, osso, concha e cerâmica), vestígios de fogueiras e outras evidências da atividade humana.

Os sambaquis possuem formas e dimensões variáveis: alguns têm até 400 metros de extensão e excepcionalmente alcançam 30 metros de altura. São quase sempre ovais, mas acompanham as formas irregulares dos terrenos que lhes servem de base. Localizam-se também nas margens dos rios e lagoas do interior, mas são encontrados sobretudo no litoral. Nessas áreas, constituem-se por camadas arqueológicas superpostas, que atestam as sucessivas ocupações humanas. Tais camadas não se formam, contudo, de maneira natural e mecânica, como num depósito de origem geológica, porque decorrem da atividade do homem.



À esquerda, vestígios de fogueiras encontrados no sambaqui de Camboinhas (Itaipu, RJ). O material de pedra que contorna a fogueira (F) foi classificado em : (1) quebra-coquinho, (2) raspadores, (3) blocos de matéria-prima para confecção de artefatos. Ao fundo aparece uma área de evacuação de restos alimentares, com predomínio do samanguaiá (*Anomalocardia brasiliensis*). Abaixo, uma lâmina de pedra polida, usada originalmente em machado. Foi encontrada desprovida do cabo e associada a restos ósseos do peixe xaréu (*Caranx* sp).



Para identificar a sucessão de camadas de ocupação dos sambaquis, como dos sítios arqueológicos em geral, o arqueólogo lança mão de um método fundamental em geologia histórica: o estratigráfico. Por meio desse recurso, a coordenada vertical é dimensionada, estabelecendo-se a seqüência temporal; a coordenada horizontal, por sua vez, situa numa visão espacial mais ampla cada uma das formas culturais particulares representadas na seqüência temporal. Assim, tempo e espaço são dois elementos básicos utilizados na reconstituição do passado cultural do homem.

Pesquisas recentes têm mostrado que as sociedades que formaram sambaquis apresentam semelhanças em relação à dieta alimentar, a alguns aspectos do equipamento técnico, a práticas funerárias e a formas de assentamento. Mas aparecem diferenças quanto ao grau de especialização ou adaptação às fontes de subsistência. Há fases sucessivas de intensa coleta de moluscos ou de captura de peixes, mas há outras fases em que essas duas atividades ocorriam de forma simultânea e nas quais a caça também era praticada com grande intensidade. Uma variação do nível do mar, por exemplo, pode propiciar o desenvolvimento de populações mais densas de ostras e mexilhões (ou de peixes), resultando no aumento das atividades de coleta (ou de pesca). A predominância de uma ou outra dessas fases tem reflexos evidentes na cultura do grupo.

Esqueleto de um adulto feminino, com idade estimada entre 25 e 30 anos, tendo junto ao crânio um caramujo terrestre (*Tonna galea*). A mulher foi enterrada no início da era cristã, sobre restos alimentares, em uma área de atividade doméstica. Sambaqui Zé Espinho.

A diversidade cultural é acompanhada de uma diversidade biológica. As populações humanas responsáveis pela formação dos sambaquis são, do ponto de vista físico, heterogêneas quanto às características do crânio, face, robustez, estatura e outros traços. Curiosamente, contudo, apresentam semelhanças no aparelho mastigador, com acentuado desgaste dos dentes, mas ausência quase total de cáries, em consequência de uma dieta rica em cálcio e sais minerais.

Com um passado pré-histórico de milhares de anos, o habitante litorâneo lascava e polia a pedra (obtida nos afloramentos rochosos circundantes), confeccionava artefatos de osso e concha (provenientes de restos alimentares) e, em tempos mais recentes, já dominava a técnica da cerâmica. Esses materiais forneciam a matéria-

prima básica para seus instrumentos, armas, recipientes e adornos. Em virtude do intemperismo tropical brasileiro, os testemunhos arqueológicos guardam poucas informações sobre a utilização de vegetais, embora haja provas indiretas de que eles serviam ao fabrico de cabos para machados de pedra, de hastes para pontas de flecha, de fibra para colares de dentes humanos ou de animais como macaco, tubarão e capivara.

São dezenas e dezenas os tipos de artefatos encontrados nos sambaquis brasileiros. De acordo com os processos adaptativos citados, eles variam bastante: há objetos com formas semelhantes mas funções múltiplas e há aqueles cuja utilidade nos contextos culturais não é bem definida (como os zoólitos ou animais de pedra do Sul



do Brasil), mas que retratam com beleza e realismo a fauna regional. Os achados comprovam que os habitantes costeiros eram hábeis na arte de lascar e polir a pedra e trabalhavam com perícia sobre o osso e a concha, com equipamento simples embora diversificado, cuja evolução não foi ainda esclarecida.

Também não foram até agora identificadas a forma e as dimensões da unidade residencial desses grupos — a “cabana” propriamente dita. As raras informações contidas nos trabalhos científicos referem-se à localização de áreas de atividades domésticas (sempre correlacionando vestígios/eventos e eventos/atividades) e se baseiam quase sempre em restos de fogueiras ou fogões, locais de lascamento de pedra, enterramentos, evacuação de restos alimentares e, muito raramente, cavidades ou buracos de esteios que sustentavam a extinta “cabana”.

Em relação às estruturas funerárias, as pesquisas demonstram um hábito muito comum nos sambaquis: o enterramento no próprio espaço habitacional. De fato, centenas e centenas de sepultamentos têm sido encontrados em associação com estruturas alimentares e de combustão típicas do espaço doméstico. Quanto às práticas funerárias, há uma variedade de formas, observando-se de modo geral uma tendência a enterrar o indivíduo na posição fletida (ou fetal), acompanhado ou não de objetos de adorno (colares, braceletes, pingentes de osso ou de concha), armas (pontas de osso, principalmente) ou instrumentos (lâminas de machado de pedra).

Reconstruir o passado cultural de povos desaparecidos exige uma metodologia segura dentro da arqueologia pré-histórica. Os objetos encontram-se geralmente bastante danificados e são extremamente frágeis. Às vezes são representados apenas por tênues manchas ou diferentes texturas, só percebidas por pesquisadores experientes, adequadamente treinados e submetidos a aperfeiçoamento contínuo. Quando se trata de sambaquis — como vimos, locais de acampamento ou habitação temporária de grupos nômades ou seminômades — os problemas são maiores. Depois de inserir o sítio em estudo num sistema de coordenadas, o arqueólogo realiza o levantamento topográfico, traça o plano de pesquisa da área e, de posse desses elementos, vai caracterizando os dados planimétricos e altimétricos das evidências arqueológicas identificadas no terreno.

Na escavação do sambaqui Zé Espinho (Guaratiba, RJ), por exemplo, a malha quadriculada de cinco em cinco metros (quadriculamento) e de metro em metro (subquadriculamento) permitiu demarcar com precisão os restos arqueológicos.

Adotou-se a técnica de decapagens em grandes superfícies por níveis naturais, que consiste em evidenciar os vestígios com colher de pedreiro, espátulas e pincéis, de modo a não alterar a posição em que os objetos foram encontrados. Por meio de trincheiras e perfis, indicadores de estratigrafia e decapagens em áreas selecionadas, obteve-se uma projeção do cotidiano dessas sociedades extintas, reconstituídas depois em laboratório mediante a interpretação dos dados de campo e a análise dos documentos materiais.

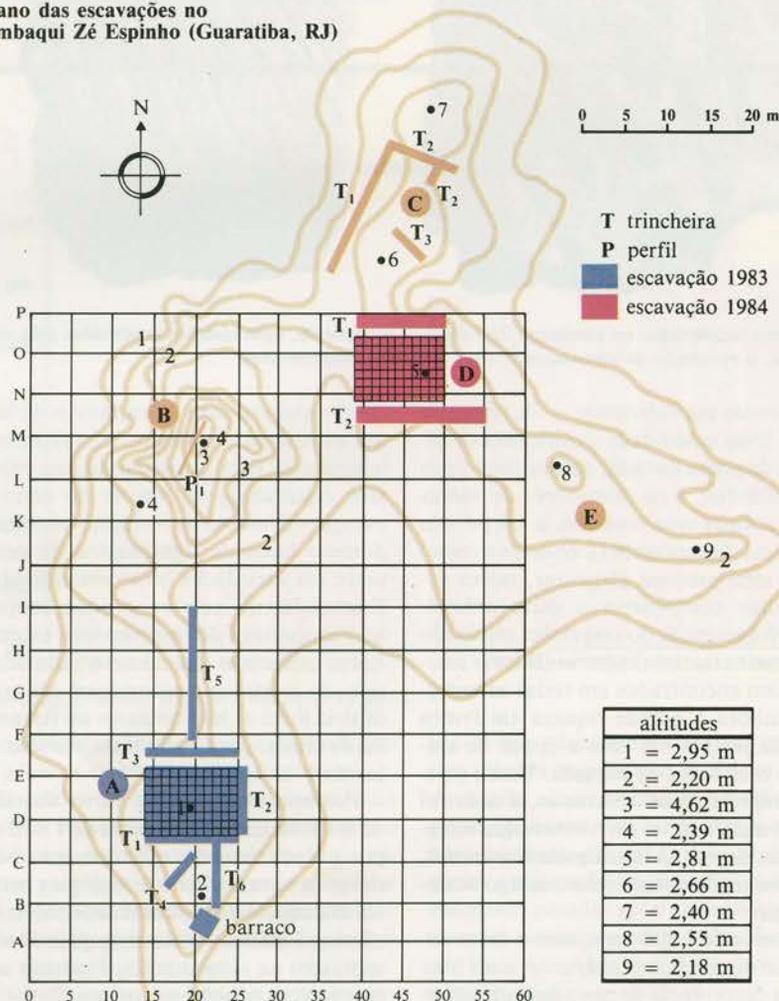
Muito importante nessa etapa de campo é a participação interdisciplinar: do geólogo, no estabelecimento da seqüência geológica para correlações com a seqüência cultural; do botânico, na avaliação da utilidade da flora e das correlações entre as comunidades vegetais e o histórico geológico da região; do zoólogo, no levantamento da fauna, com identificação da distribuição sazonal, hábitos e hábitat.

A linha de pesquisa interdisciplinar que

desenvolvemos desde 1971 no estado do Rio de Janeiro visa a estudar a evolução de culturas coletoras-pescadoras-caçadoras pré-históricas litorâneas, correlacionando-a com a evolução do ambiente. Inicialmente em Cabo Frio, depois em Itaipu (Niterói) e mais recentemente em Guaratiba, as pesquisas têm revelado dados culturais valiosos para a pré-história do litoral fluminense. As pesquisas arqueológicas, ao contribuir para o estudo das relações homem/ambiente durante o holoceno (período geológico de 11 mil anos para cá), oferecem também um diagnóstico completo sobre os ambientes, com possíveis usos nos estudos de planejamento regional.

Com base nas pesquisas interdisciplinares feitas em Guaratiba, o quadro do desenvolvimento cultural na área do sambaqui Zé Espinho pôde ser estabelecido por um período de cerca de mil anos, cronologicamente situado entre 300 antes de Cristo e 800 da nossa era. A identificação das camadas sucessivas do sambaqui levou à

Plano das escavações no sambaqui Zé Espinho (Guaratiba, RJ)

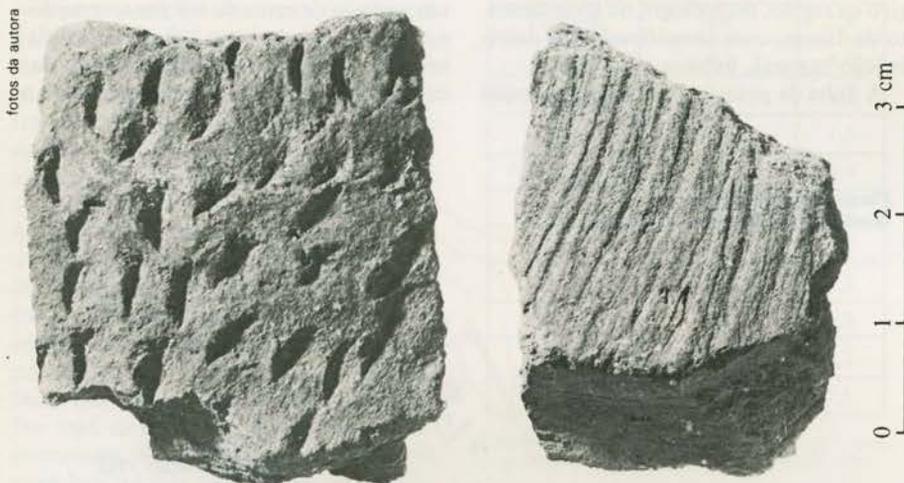


compreensão das mudanças culturais e ambientes ocorridas na região, indicando que, quando o homem pré-histórico chegou a Guaratiba, a paisagem natural era bem diferente da atual. Se a vegetação dominante hoje é o manguezal, dados botânicos, cronológicos e geológicos documentam com clareza que há cerca de 2.200 anos a área de mangue era bem mais restrita. As condições ambientes eram mais secas em consequência de um período geológico regressivo (abaixamento do nível do mar), escolhendo o homem, para local de pouso ou acampamento temporário, as dunas e as cristas arenosas que existiam na região.

Havia dificuldade de coleta, comprovada pelo consumo relativamente pequeno de moluscos, e também de pesca, documentada pelo reduzido número — tanto em es-



Detalhe do perfil do setor 9 do sambaqui Zé Espinho, mostrando as camadas de números 1 (a mais antiga), 2 (duna), 3 (com predomínio de conchas e moluscos) e 4 (a mais recente, com presença de cerâmica).



Cerâmicas encontradas no sambaqui Zé Espinho. À esquerda, com incisões produzidas pela unha; à direita, o resultado de escovamento com o uso de instrumentos.

pécies como em indivíduos — de restos de peixes. Uma quantidade significativa de artefatos de pedra lascada, mesmo com tipos não definidos, e de raspadores de valvas (peças sólidas que revestem o corpo dos moluscos) de sernambi (*Lucina pectinata*) sugere uma procura alimentar, talvez vegetal, que completaria a dieta animal. Aliás, fragmentos do coquinho calcinado da palmeira tucum-do-brejo (*Bactris setosa*) foram encontrados em todas as camadas, embora a grande riqueza em frutos coincida justamente com a época de ambientes mais secos da Baixada. Tendo o período regressivo se acentuado, a área foi abandonada e sobre ela o vento agiu intensamente, depositando sedimentos arenosos, sob a forma de duna, sobre o antigo acampamento.

Há cerca de 1.800 anos, com o desenvolvimento de condições ambientes mais úmidas em decorrência de novo período transgressivo (subida do nível do mar), ocorreu a reocupação da área, reinstalando-se o homem sobre a duna que cobria o acampa-

mento abandonado. A expansão do mangue modificou a paisagem, cuja riqueza potencial está bem documentada na expressiva quantidade de valvas de ostra-do-mangue (*Crassostrea rhizophora*), além de número bastante significativo de peixes, tanto em variedades como em indivíduos. Essencialmente coletor, o novo ocupante não necessitava de equipamento especializado, utilizando um número reduzido de tipos de artefatos: predominam em sua indústria lítica os instrumentos ou ferramentas de seixos, para quebrar ou martelar moluscos e crustáceos.

Posteriormente houve novo abandono da área, reocupada há cerca de 1.650 anos por grupos também coletores mas portadores de uma tradição tecnológica bem diversa daquela das culturas anteriores: a cerâmica. Diminuiu também a quantidade de moluscos na alimentação, o mesmo acontecendo em relação aos peixes. Embora as formas dos vasilhames reconstituídos sugeriram outros hábitos alimentares, estes não foram detectados pela pesquisa.

Outros inúmeros dados de caráter específico — como a evolução da indústria lítica, óssea e de concha, estruturas habitacionais e práticas funerárias — foram obtidos em Guaratiba. Mas há ainda muitas questões a serem esclarecidas e que necessitam, cada vez mais, da visão conjunta do trabalho interdisciplinar. Os sambaquis não constituem os vestígios mais antigos da pré-história brasileira, pois os testemunhos mais remotos até agora encontrados estão nos abrigos sob rochas e terraços fluviais do interior. Eles representam, porém, os únicos documentos que permitem conhecer o processo de transformação cultural vivido por comunidades pré-históricas costeiras nos últimos milênios. E essa transformação cultural, acompanhada de toda uma transformação da paisagem natural, está sendo pesquisada no Brasil por diversos especialistas no campo das ciências humanas e da natureza.

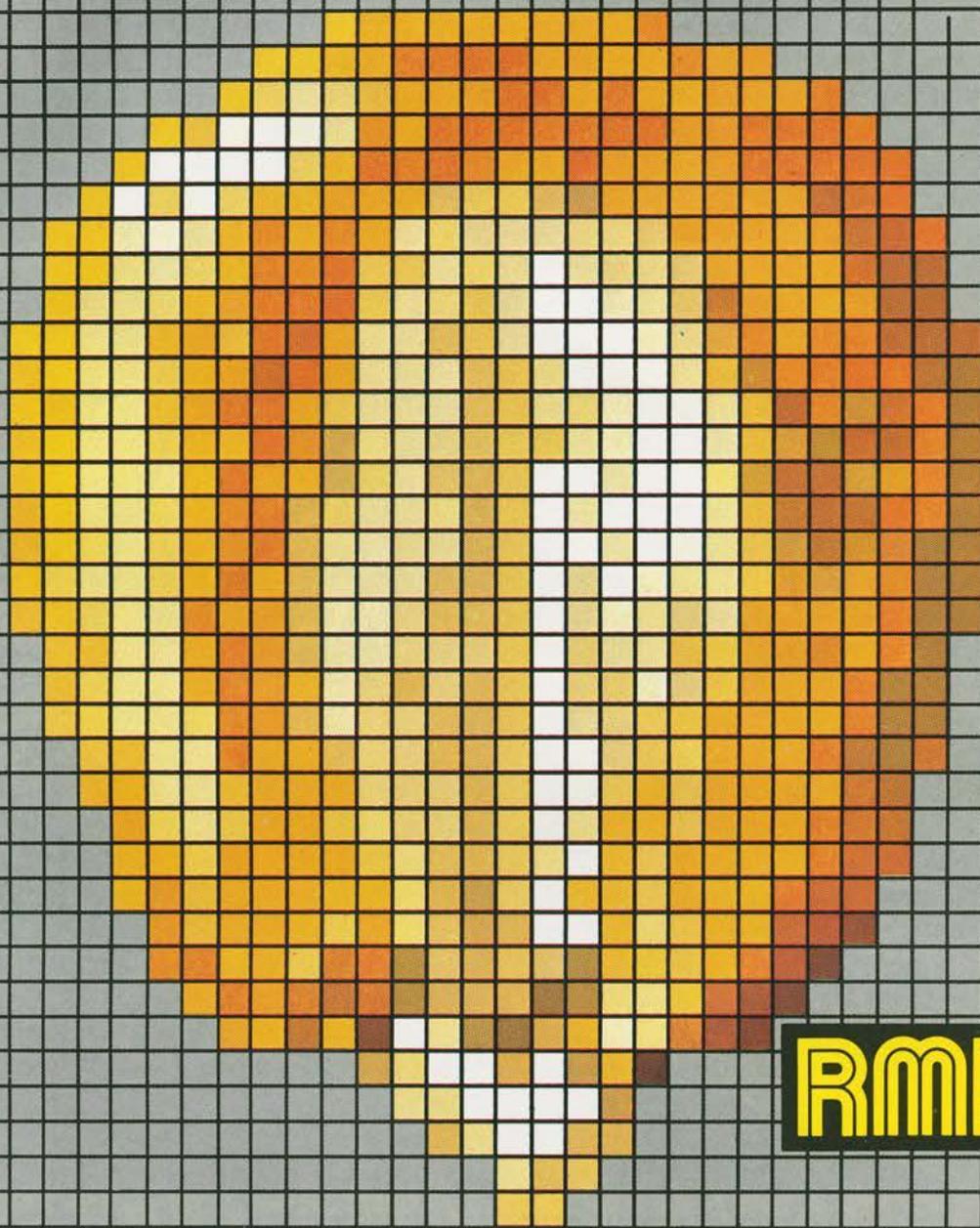
No sambaqui do Forte (Cabo Frio), face à identificação de variações tecnológicas e econômicas, da principal fonte alimentar e do tipo de subsistência, caracterizamos uma atividade tipicamente de coleta de moluscos na ocupação mais antiga (camada inferior), tornando-se caça e pesca progressivamente mais intensas nas ocupações mais recentes (camadas superiores). Nas ocupações sucessivas do sambaqui de Camboinhas (Itaipu), a atividade principal foi a pesca ou captura de peixes, seguida da coleta de moluscos. Tais resultados foram fundamentais para o estudo do processo de adaptação cultural de grupos costeiros, ampliando consideravelmente o conhecimento das oscilações de nível do mar e da fauna do holoceno na faixa costeira de Niterói a Cabo Frio. É conveniente lembrar que os sambaquis, ao contribuírem para o estudo dos eventos geológicos holocênicos, ocupam papel de destaque no panorama científico nacional e internacional, enquadrando-se dentro do International Geological Correlation Programme.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- KNEIP L.M., *Pescadores e coletores pré-históricos do litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro*. Coleção Museu Paulista, Série de Arqueologia, vol. 5, Universidade de São Paulo, 1977.
- KNEIP L.M., PALLESTRINI L. e SOUZA CUNHA F.L. (orgs.), *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, RJ*. Niterói, Itaipu Cia. Desenvolvimento Territorial, 1981.
- KNEIP L.M. (org.), *Coletores e pescadores pré-históricos de Guaratiba, Rio de Janeiro*. Série Livros, Museu Nacional, UFRJ/UFF (no prelo).
- PALLESTRINI L., "Superfícies amplas em arqueologia pré-histórica no Brasil", *Revista de Arqueologia*, vol. 1, CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1983.

TECNOLOGIA DO MILHO. ESTE É O NOSSO DESAFIO.



RMB

Pesquisar e descobrir todas as dimensões do milho para aplicações industriais é o desafio que a Refinações de Milho, Brasil vem enfrentando desde a sua implantação até hoje.

Através da nossa Divisão Industrial já foram desenvolvidas mais de 200 aplicações básicas para as mais diversas áreas. Alimentação humana e animal, indústria têxtil, indústria petrolífera e de minérios, laboratórios de produtos farmacêuticos são alguns dos setores onde os derivados do milho tornaram-se essenciais.

Mas o desafio é permanente. E a cada dia intensificamos as pesquisas para aprimorar nossos produtos e levar a tecnologia do milho a campos cada vez mais avançados.

RMB

Refinações de Milho, Brasil Ltda.

Divisão de Produtos Industriais
Praça da República, 468 - 11.º andar - CEP 01045
Tel.: (011) 222-9011 - Caixa Postal 8151 - SP.

Volkswagen: automóveis feitos por mais de quarenta e cinco mil diplomados.



De todos os materiais utilizados pela Volkswagen para fazer seus veículos, um ela considera insubstituível: a inteligência. Coerente com esse raciocínio, nada é mais importante dentro da Volkswagen do que a formação, o treinamento e o aperfeiçoamento diário das milhares de inteligências que produzem hoje - e produzirão no futuro - a mais completa linha de automóveis do país.

Assim, a Volkswagen tem em S. Bernardo do Campo, SP, o maior Centro de Formação Profissional dentre todos existentes na Organização Mundial Volkswagen. Em convênio com o Senai, esse Centro tem capacidade para mais de 900 aprendizes.

Além de treinamento administrativo e treinamento de lideranças em diversos níveis, a Volkswagen também mantém diversas atividades culturais, além de escolas de 1º e 2º graus, programas de bolsas de estudos e estágios. Seu "Banco de Educação" também trabalha intensamente financiando e subvencionando estudos de funcionários. Até as equipes das Concessionárias são beneficiadas com cursos que garantem a atualização desses profissionais tão importantes no perfeito atendimento aos milhões

de consumidores Volkswagen.

E aí chegamos ao ponto principal de todo esse esforço em treinar e diplomar mais de 45 mil funcionários dentro e fora da Volkswagen: dar ao consumidor um produto cada vez melhor. E para conseguir isso e fazer com que essa evolução seja criativa, constante e duradoura, a única saída é fazer o que a Volkswagen vem fazendo como ninguém durante toda sua vida: acreditar e investir na mais nobre matéria-prima existente no mundo. O talento humano.



Volkswagen do Brasil S.A.



foto Isidoro A. Souza

Alcides Carvalho

A genética e a salvação da cafeicultura brasileira

Entrevista concedida a Vera Rita da Costa (*Ciência Hoje*)

Há 52 anos Alcides Carvalho se dedica ao estudo da genética, da evolução e do melhoramento do café. Em 1935, recém-formado pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ), em Piracicaba (SP), foi convidado para trabalhar no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), onde Carlos Arnaldo Krug organizava a Seção de Genética, concentrando esforços no estudo do cafeeiro e do milheiro. Alcides começou então a colaborar no "Plano geral de estudos do cafeeiro", que previa o estudo das populações dessa planta e dos seus mecanismos de reprodução, análises genéticas e citológicas e pesquisas relacionadas à fisiologia, à química e à tecnologia do produto. Praticamente todos os cultivares plantados atualmente no Brasil tiveram origem na Seção de Genética do IAC, de que esse pesquisador foi chefe de 1948 a 1981. Doutor honoris causa pela ESALQ, agraciado com o Prêmio Nacional de Ciência e Tecnologia em 1982, Alcides Carvalho recebeu, em 1983, quando de sua aposentadoria compulsória, aos 70 anos, uma homenagem especial: o estado de São Paulo considerou-o "servidor emérito", o que lhe permite continuar pesquisando e formando pesquisadores.

— *Gostaríamos, inicialmente, que nos falasse sobre sua origem e contasse como nasceu sua vocação científica.*

— Na minha família ninguém trabalhava com pesquisa. Meu pai foi administrador de uma fazenda de café e posteriormente trabalhou num cartório de paz e registro civil, em São Pedro do Turvo (SP). Quando tinha seis anos fui morar em São Pedro e de lá voltei, aos 12 anos, para Piracicaba, para trabalhar e estudar à noite. Como naquele tempo eram poucos os cursos secundários, o estudante fazia escola de comércio. Formado na Escola de Comércio Moraes Barros, resolvi entrar para a ESALQ. Quando me graduei, o dr. Krug, que era chefe da Seção de Genética do IAC, me convidou para vir a Campinas, conhecer o instituto e ver se me interessava em trabalhar com café. Vim, gostei e aqui permaneci. Tive a rara oportunidade de trabalhar com café a vida toda. Achei que era extremamente importante trabalhar com uma planta que tanta riqueza trouxe a São Paulo. Não tive uma vocação especial. Gostei da idéia, da planta, e continuei trabalhando até agora.

— *Como era o IAC quando o senhor começou a trabalhar? A Seção de Genética já existia?*

— A Seção de Genética estava sendo organizada. O dr. Krug fizera o curso secundário na Alemanha, a graduação na ESALQ e a pós-graduação nos Estados Unidos. Ele organizou pessoalmente os planos de estudo de várias culturas de interesse para São Paulo, principalmente o café e o milho. Naquela ocasião, em 1932, estava-se começando a produzir milho híbrido, e o dr. Krug deu início aos estudos voltados para sua produção aqui. É interessante saber que São Paulo foi a primeira região, fora dos Estados Unidos, a produzir milho híbrido com linhagens selecionadas em instituições locais.

Quando vim para cá, no início de 1935, os trabalhos com café estavam começando e, como não se conheciam as variedades de *Coffea arabica*, iniciou-se um estudo sobre taxonomia e sobre a biologia da reprodução do café, com o objetivo de ter informações sobre o modo como os cultivares dessa espécie se multiplicavam na natureza. Deu-se início, também, à pesquisa sobre os métodos de melhoramento aplicáveis ao cafeeiro. Estudos básicos relativos à citologia, genética, biologia da reprodução, e mesmo os de sistemática e evolução, eram realizados tendo-se em vista sua aplicação ao melhoramento. A finalidade precípua era conseguir linhagens mais produtivas, para que o Brasil pudesse posteriormente melhor competir no mercado internacional. Todo o material coletado, tanto de variedades como de espécies de café, foi sendo conservado em coleção, no "banco de germoplasma" mantido até hoje em Campinas, um dos mais completos do mundo.

— *Como era encarada essa busca de aumento de produção numa época de superprodução de café?*

— Na época parecia utópico, porque justamente em 1932/33 o Brasil não sabia o que fazer com o enorme volume de café armazenado. Milhares e milhares de sacas estavam sendo queimadas e só a cinza era aproveitada, usada como adubo nas lavouras. Falar em iniciar um trabalho de melhoramento para aumentar a produção parecia um absurdo. Mas o dr. Krug previa que, após a eliminação de tantos cafezais, chegaria o momento de implantar novas lavouras. Os lavradores, por essa ocasião, deveriam poder dispor de sementes de linhagens selecionadas, altamente produtivas e de boa qualidade. Valia a pena, então, começar a trabalhar, para que pudéssemos, dali a 15 ou 20 anos, dispor des-

sas linhagens. Tive a rara oportunidade de participar, com o dr. Krug, dos primeiros trabalhos de melhoramento genético do cafeeiro e desenvolvê-los até agora. O dr. Krug teve grande influência na formação técnica de todos os que trabalharam com ele no IAC. Além dos conhecimentos científicos, tinha rara capacidade de organização, orientando todas as pesquisas em andamento na Seção de Genética.

— *A partir de que momento as pesquisas sobre melhoramento de café começaram a ser reconhecidas, valorizadas?*

— As pesquisas foram iniciadas em 1934. Uns dez anos depois começaram a aparecer os primeiros resultados de interesse para os cafeicultores. As primeiras seleções foram feitas com o café burbom-vermelho, porque era a variedade mais cultivada em São Paulo e diferente daquela que se plantava anteriormente, a arábica ou nacional. O burbom-vermelho era bem mais produtivo e as seleções realizadas chegaram a dar 100% a mais que as da variedade arábica. Em 1936, a Seção de Genética começou a estudar o café caturra, que veio do Espírito Santo. Era um café de porte baixo e muito produtivo. O porte baixo é valioso — facilita a colheita e os tratamentos fitossanitários. O caturra, por falta de vigor, não se adaptou bem às condições de São Paulo, mas foi aproveitado para cruzamento com o mundo-novo, dando origem ao catuaí, que é de excepcional valor. Tem porte pequeno, alta produtividade e rusticidade. Aliás, o aparecimento do caturra, de pequeno porte e produtivo, provocou verdadeira revolução na cafeicultura. Tanto assim que vem sendo usado até hoje em todos os centros experimentais de melhoramento cafeeiro para a obtenção de cultivares de porte reduzido.

— *Como foi feita a introdução dessas variedades na cafeicultura? Qual era a receptividade dos cafeicultores?*

— A introdução de novas variedades é sempre gradual, a cafeicultura vai sendo transformada aos poucos. O IAC tem estações experimentais em vários locais do estado, onde as linhagens de café em estudo são avaliadas. Quando se verifica que uma dada linhagem vai indo bem simultaneamente nessas diferentes estações, inicia-se a distribuição de pequenas quantidades de semente a lavradores de diversas regiões do estado. As melhores linhagens são multiplicadas pela Seção de Café do IAC e também por agricultores interessados em estabelecer campos de multiplicação de sementes. Esses campos são orientados por técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), que fiscalizam também a venda direta de sementes aos lavradores. Em pouco tempo as linhagens mais promissoras chegam até eles.

— *Como é feita a seleção de variedades? Quais são as etapas do trabalho?*

— O café mundo-novo, por exemplo, começou a ser estudado quando se soube que, na região de Araraquara, uma plantação de café chamava a atenção pelo vigor e pela produtividade. Técnicos do IAC visitaram a fazenda, no município de Mundo Novo, hoje Urupês, e colheram sementes das melhores plantas, selecionadas como matrizes. Essas sementes foram plantadas nas estações experimentais do instituto onde, durante vários anos, suas produções individuais foram acompanhadas. Em geral, o período de avaliação das progênies se estende por 20 anos. No caso específico do mundo-novo, depois de dez anos as sementes começaram a ser distribuídas, dado o imenso valor que o material apresentava.

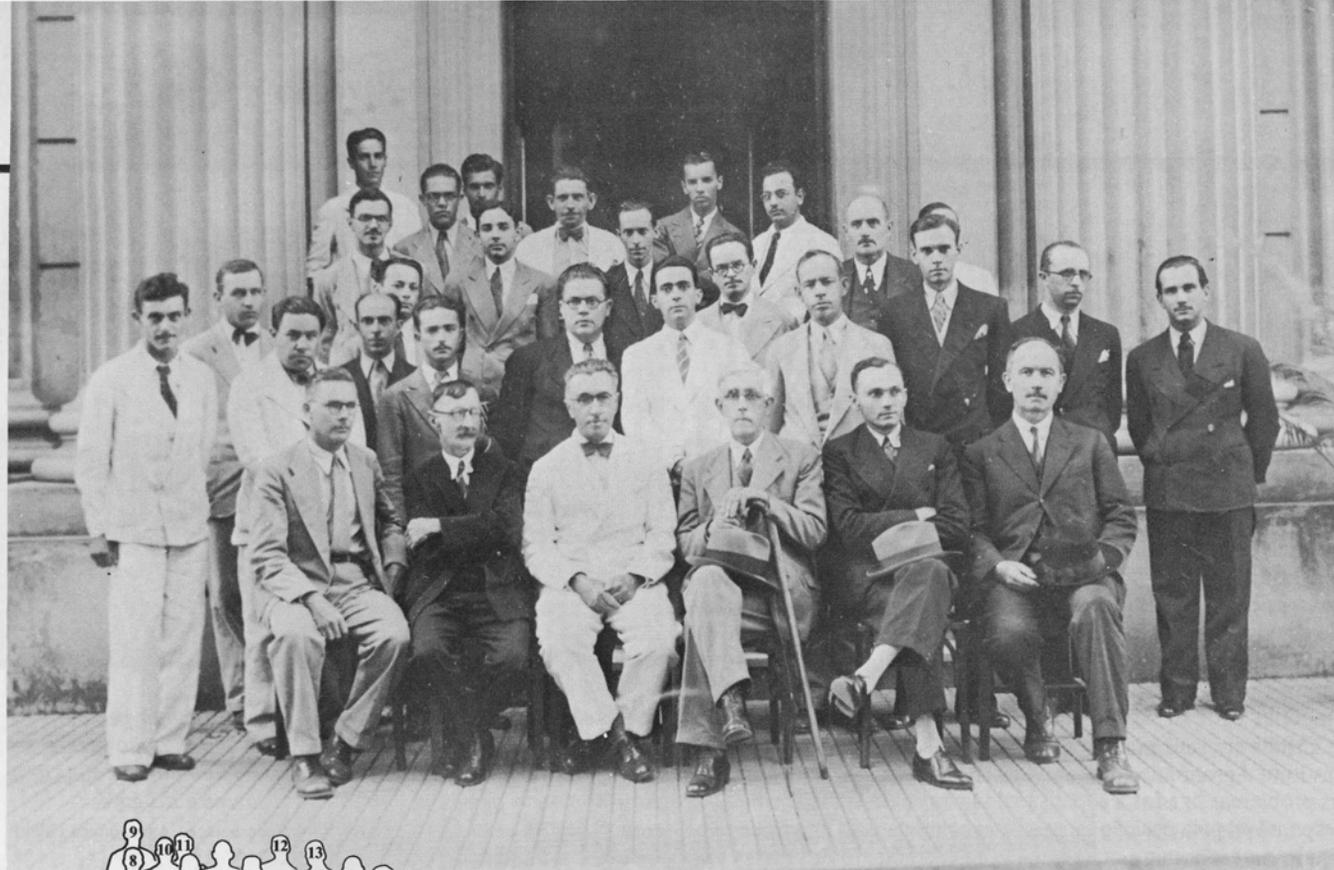
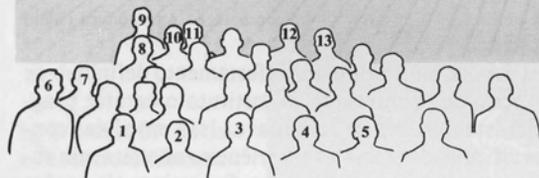


foto arquivo IAC, 1938



(1) Carlos Arnaldo Krug; (2) Reinaldo Bolliger; (3) Theodureto Camargo; (4) Paulo Cordeira de Mello; (5) Cruz Martins; (6) Alcides Carvalho; (7) Jorge Bierrenbach de Castro; (8) Constantino Fraga Jr.; (9) Álvaro Santos Costa; (10) Paulo Helmuth Krug; (11) Glauco Pinto Viégas; (12) Antonio José Teixeira Mendes; (13) Luiz Aristeu Nucci.

— *O senhor se referiu às análises genéticas. Porque são feitas?*
 — O objetivo primeiro de nossas análises genéticas do cafeeiro é determinar quais são os fatores genéticos responsáveis pela herança das principais características da espécie *Coffea arabica*. É um trabalho demorado, mas que, além do valor teórico, tem utilidade prática: quando se conhece o material do ponto de vista genético, tem-se a base para os trabalhos de melhoramento. É uma pesquisa empolgante, embora o cafeeiro não ofereça muitos fatores de fácil reconhecimento para essa análise. Talvez por ser uma espécie tetraplóide.

— *Como sente o fato de ter trabalhado, durante 30 anos, sem a certeza de chegar a resultados práticos? Como é fazer ciência básica?*

— Não se vê o tempo passar. Todos os anos fazemos numerosos cruzamentos, tentando conseguir combinações melhores. É evidente que, de todo o material analisado, apenas algumas combinações se mostram mais promissoras que as já existentes. Mas quando se consegue uma linhagem mais produtiva isso tem grande reflexo econômico, porque o café é uma planta perene.

Em 1970, quando a ferrugem chegou ao Brasil, não fomos pegos de surpresa, porque havia anos estávamos trabalhando com material portador de resistência genética ao fungo. Havíamos previsto que a ferrugem chegaria a Campinas, uma vez que temos aqui um aeroporto internacional. Desde 1953 vínhamos estudando material com resistência ao agente da ferrugem, proveniente da África e da Índia. Como não tínhamos a ferrugem no país, contávamos com a colaboração dos técnicos do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Oeiras, Portugal. Híbridos desse material resistente e dos nossos cultivares, bem como todas as principais seleções de *C. arabica* e de híbridos interespecíficos, foram para lá, para serem analisados. Quando a ferrugem chegou, já sabíamos qual era o material que melhor resistia a ela, que fatores genéticos poderiam ser transferidos para os nossos cultivares e o que deveria ser feito dali por diante.

Os trabalhos foram ampliados consideravelmente com a realização de numerosos experimentos e pesquisas sobre os tipos de resistência que se opõem ao agente da ferrugem. O impacto da chegada da doença ao Brasil foi, assim, bastante atenuado, e os lavradores foram persuadidos de que a cafeicultura não iria desaparecer, como de fato não desapareceu. A colaboração com Portugal foi valiosa.

— *O senhor sempre esteve ligado ao IAC. Nunca pensou em ir para a universidade?*

— Tive oportunidade de ir para a universidade, mas achei preferível continuar fazendo aquilo que sei fazer, isto é, trabalhar com o cafeeiro. Gosto muito do trabalho que executo. Acho ótima a colaboração com todas as universidades, ela é extremamente benéfica. Às vezes dou aulas em alguns cursos. Prefiro dar palestras, mostrando as plantas no campo, para que os alunos conheçam as variedades e espécies de café e as dificuldades existentes no estudo de uma planta perene, que leva quatro anos de semente a semente.

— *Ao cabo de 52 anos de trabalho no IAC, como o senhor avaliaria o instituto?*

— O IAC tornou-se uma instituição de prestígio internacional. O importante é que o governo sempre forneça verba suficiente para o prosseguimento e a ampliação das pesquisas. Para festejar condignamente esse aniversário de cem anos, o governo poderia admitir mais pesquisadores e técnicos, o que permitiria ampliar os trabalhos com o cafeeiro, que julgamos ser de muito interesse para nossa economia. Embora o café esteja se deslocando para outros estados brasileiros, acreditamos que São Paulo — que tem tradição no cultivo do cafeeiro, clima e solos apropriados para esse cultivo e propriedades dotadas das instalações necessárias à produção de café de boa qualidade — deve continuar a participar da produção brasileira com pelo menos 30%, como vem fazendo nestes últimos 15 anos. ▶

Instituto Agronômico: cem anos de pesquisas

Os últimos anos do século XIX e as primeiras décadas do século XX foram marcados por grandes transformações na produção científica nacional. Não tanto em decorrência de uma política deliberada, mas por necessidade de enfrentar os problemas conjunturais (sócio-econômicos) da época e os desafios impostos pelo meio ambiente. Nesse contexto, surgiram os embriões de alguns dos principais institutos de pesquisa do país: o Museu Paraense (hoje Emílio Goeldi), o Instituto Butantan, o Soroterápico (hoje Fundação Oswaldo Cruz) e, entre outros tantos, a Imperial Estação Agronômica de Campinas.

Criada em 1887 por D. Pedro II, a Estação Agronômica (hoje Instituto Agronômico de Campinas) deveria propor soluções para os problemas ligados à expansão da lavoura do café — principal responsável pela posição de destaque ocupada pelo estado de São Paulo na economia nacional — e ao incremento de nossas exportações do produto.

A escolha do local onde seria implantada a Estação já evidenciava seu interesse maior: as lavouras de café deslocavam-se na época do Vale do Paraíba para Campinas, atraídas pelas excelentes condições locais de cultivo e de escoamento da produção. No início do século, a cidade já era o maior reduto de cafeicultores e a principal frente de expansão da lavoura paulista.

Desde sua criação, a Estação Agronômica dedicou-se à identificação dos problemas agrícolas, estudando a composição dos solos, a variação climática e fatores de produção como o capital e a mão-de-obra. A importação de modelos estrangeiros foi assim substituída por um raro esforço de atenção aos problemas, potencialidades e condições do país. Ressalte-se que essa busca de soluções autóctones delineou-se já nos primeiros anos da Estação, então dirigida — como outras instituições de pesquisa da época — por um estrangeiro, o austríaco Franz W. Dafert, especialmente convidado pelo ministro da Agricultura (Antônio da Silva Prado) para organizá-la.

As orientações de Dafert no sentido de se investigar as necessidades nacionais causaram estranheza e motivaram sua demissão em 1890. Nas palavras de Souza Campos, “o início dos trabalhos experimentais na Estação Agronômica despertou, como era de esperar, grande interesse, tanto entre fazendeiros como entre os que iam lá por mera curiosidade, apenas para ver o que os técnicos estavam fazendo. Mas a uns e outros causou estranheza o que viram. Pareceram-lhes demasiado teóricos os trabalhos que viram em andamento. Talvez pudessem ser de alguma utilidade para a agricultura nacional, mas só em futuro remoto. Por mais que o diretor se desse ao trabalho de explicar-lhes a necessidade daquelas pesquisas, para orientá-los sobre o rumo que deveria tomar nos seus futuros trabalhos experimentais, não conseguiu convencê-los. E assim, foi-se espalhando a notícia de que o diretor da Estação estava orientando os trabalhos para fins puramente científicos que só a ele interessavam, sem finalidades práticas imediatas”.

Em 1891, porém, a demissão de Dafert foi revogada, graças à intercessão de Orville Derby, então diretor da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo. No ano seguinte, a Estação passou ao controle do estado, com o novo nome de Instituto Agronômico de Campinas (IAC).



foto arquivo IAC, 1936

“Se erramos em um ou outro lado, é nossa culpa pessoal, porque somos homens. A ciência em si mesma não erra e nos aproximará, de anno em anno, mais e mais do alvo almejado — o progresso contínuo da lavoura do café.”

Franz W. Dafert, prefácio ao primeiro relatório da Estação Agronômica (1889)

Cinco anos depois, em 1897, com o afastamento definitivo de Dafert, procurou-se imprimir ao instituto o caráter pragmático e imediatista que dele se reclamava. Isso envolvia, contudo, enormes dificuldades, pois as experiências não estavam suficientemente maduras para ser aplicadas. Sucessivas alterações e tentativas de reestruturação acabaram por conduzir, no início da década de 1920, ao restabelecimento da filosofia inicial: a preocupação com a identificação dos problemas, o exercício da experimentação paciente em laboratório e a implantação de campos e estações experimentais, para posterior divulgação e aplicação dos resultados obtidos. Essa orientação prática mas não imediatista, que possibilitava o convívio entre pesquisas básicas e tecnológicas, viria a tornar-se a “marca registrada” do IAC.

Na década de 1930, sob a orientação de Carlos Arnaldo Krug, foi organizada a Seção de Genética do IAC, a primeira unidade brasileira voltada para os estudos de herança e melhoramento genético dos vegetais. Foi então traçado o “Plano geral de estudos do cafeeiro” que, além de promover completa renovação da cafeicultura nacional, introduzindo linhagens selecionadas e possibilitando aumentos significativos da produção, esteve — ao lado das pesquisas desenvolvidas por Brieger na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ) e por Dobizansky e Dreyfus na Universidade de São Paulo — na origem das principais “escolas genéticas” do Brasil.

Vários foram os momentos em que o IAC, chamado a enfrentar problemas surgidos na agricultura, foi capaz de responder prontamente. Talvez o exemplo mais significativo desse trabalho contínuo e perseverante sejam os estudos desenvolvidos na Seção de Genética, que permitiram o combate à ferrugem do café, que ameaçou a cafeicultura do país em 1970 (ver “A guerra contra a ferrugem, um exemplo de seriedade”).

Mas o IAC não teve de fazer face apenas a impasses técnicos, até certo ponto previsíveis. Foi requisitado também a dar solução a crises da agricultura provocadas por situações exteriores. Foi o caso, por exemplo, da crise econômica de 1929, que ocasionou a brusca queda das exportações de café. Graças à evolução técnica e à reestruturação administrativa ali ocorridas na década de 1920, bem como à supervisão de Theodoro Camargo, que imprimira à instituição uma orientação científica, foi possível ao IAC propor, como alternativa para os lavradores e a eco-

A guerra contra a ferrugem, um exemplo de seriedade

Em 1893, o fitopatologista Franz Benecke, recém-contratado pelo Instituto Agrônomo, lançava o seguinte *Aviso aos lavradores*: "A cultura do café nas Índias foi ameaçada há muito tempo por uma molestia que chamava-se ali simplesmente 'molestia das folhas do cafeeiro'. A praga dizem ter aparecido pela primeira vez em Ceylão no anno de 1869. No anno de 1876, a colheita do café em Ceylão ainda foi de 45 mil toneladas, no anno seguinte a molestia dominou de modo tão violento que diminuiu a produção a 25 mil toneladas (...) Ao que sei, as plantações do Estado de São Paulo felizmente até hoje nada soffreram com esta molestia, e desconfio que ela é conhecida apenas de nome pela mór parte dos lavradores. Apesar d'isso não é impossível que a molestia em um ou outro lugar exista, ficando desconhecida por não ter-se até hoje propagado malignamente, e por não haver causado prejuízo importante (...) Tendo assumi-

do o cargo de phytopatologista d'este Instituto Agrônomo, acho meu primeiro dever chamar energicamente a atenção dos Lavradores do Estado sobre esta molestia e as suas consequências assustadoras. É verdade que o estudo científico da molestia ainda não está completamente concluído, e que quanto aos meios preventivos e remédios contra ella, ainda há muito a fazer, mas no caso presente, como em geral para todas as molestias, é fora de dúvida que uma cura será tanto mais fácil e certa quanto mais cedo se reconhecer a sua presença. (...) Peço por isso aos Snrs Lavradores para prestarem atenção aos signaes característicos que mais adiante descreverei. Caso encontrem folhas suspeitas, queiram-n'as remmeter, conservadas em aguardente, a este Instituto (...) ficarei muito obrigado pela remessa de tudo que possa ter relação com o conhecimento e extinção das moléstias que atacam as nossas plantas de cultura,

prejudicando a nossa riqueza, quer agora, quer mais tarde" (relatório do IAC, 1893).

Não se constatou a doença nos anos que se seguiram, e não causaria espécie saber que a preocupação se desvanecera. Surpresa é constatar que, ao contrário, ela se intensificou. Passados 77 anos do alerta de Benecke, quando a doença efetivamente se manifestou nos cafezais brasileiros, a resposta estava pronta.

A doença em questão era nada menos que a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, que pôs em risco toda a cafeicultura nacional. As principais armas do combate então travado foram trabalhos de melhoramento genético que vinham sendo desenvolvidos pela Seção de Genética do IAC. Desde 1954, o instituto mantinha intercâmbio com o Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Oeiras, Portugal, onde era feita a determinação da resistência das diferentes variedades da

planta à ferrugem. Contatava-se, contudo, que as plantas dotadas de resistência à ferrugem apresentavam também baixa produtividade. Anos foram necessários para que se conseguisse associar vigor vegetativo, produção, tipo e tamanho da semente às fontes de resistência ao agente da ferrugem.

O híbrido icatu realiza essa associação entre fatores produtivos e resistência à ferrugem. Hoje, testa-se sua produtividade em confronto com a de outras variedades (mundo-novo e catuaí, por exemplo) e realizam-se hibridações com a finalidade de obter novas recombinações de interesse econômico.

Outros programas que vêm sendo desenvolvidos na Seção de Genética visam também a conferir resistência, por exemplo aos nematóides (*Meloidogyne* sp e *Platylenchus* sp), que atacam o sistema radicular do cafeeiro, e ao bicho-mineiro (*Perileuoptera* sp), que produz minas nas folhas, derrubando-as precocemente.

nomia do estado, a cultura do algodão, cujos preços tinham sido menos afetados que os do café. Pesquisas destinadas à obtenção de melhores cultivares de algodão, então em andamento no IAC, permitiram que essa cultura fosse desenvolvida, o que amenizou o prejuízo dos lavradores.

Desde então, o IAC vem-se consolidando progressivamente como instituição de pesquisa: desenvolvendo tecnologia agrícola nacional, formando profissionais e fornecendo orientação aos lavradores, possibilitou aumentos significativos da produção nacional.

O IAC acumulou sem dúvida, nesses cem anos de existência, motivos para se vangloriar. Somam 300 os cultivares desenvolvidos na instituição, que tornou disponíveis aos lavradores plantas mais produtivas, resistentes a pragas e doenças e adaptadas às nossas condições de solo e clima. Estudos básicos têm sido desenvolvidos nas áreas de biotecnologia (cultura de tecidos e eletroforese), fitoquímica, fisiologia, clima, solos e engenharia agrícola, entre outras.

Em termos de infra-estrutura e recursos humanos, o instituto contava, em 1985, com 1.844 funcionários, 211 dos quais eram

pesquisadores científicos (80 doutores e 60 mestres). Além da sede, no centro de Campinas, o Agrônomo possui o Centro Experimental de Campinas (fazenda Santa Eliza) e 17 estações experimentais, distribuídas pelo estado de São Paulo, num total de mais de 6.500 hectares de área experimental e cerca de 100.000 m² de área construída.

Se a origem do IAC foi profundamente marcada pela cafeicultura, todo o desenvolvimento dessa cultura no Brasil esteve estreitamente ligado às pesquisas ali desenvolvidas. Hoje, esse vínculo está sendo superado. Campinas se transforma, aceleradamente, em centro econômico, político, industrial, universitário e tecnológico. Instalam-se ali indústrias de ponta, grandes centros de ensino e pesquisa que envolvem áreas como as de informática, comunicação e biotecnologia. Como no início do século, a região desempenha o papel de frente pioneira. Na agricultura, as antigas fazendas cedem espaço a modernas propriedades rurais de pequeno e médio porte e o café é substituído por outras culturas. Ao Instituto Agrônomo coloca-se, neste momento, o desafio de contribuir para a consolidação, em Campinas, de um centro de primeira linha no campo da ciência e da tecnologia. ■

SALGEMA: apenas 10 anos e muita história para contar.

Parece que foi ontem. O início da operação em 1977, as metas ambiciosas, os obstáculos. Tudo desafiando a capacidade e a criatividade da primeira grande empresa brasileira fabricante de cloro e soda cáustica.

Logo depois surgiram as unidades de Leteno e dicloroetano, as subsidiárias e as coligadas. Hoje, a consolidação do Pólo Cloroquímico de Alagoas, do qual a SALGEMA é a principal fornecedora de matérias-primas, é uma realidade. Num cenário completamente diferente de há dez anos, a SALGEMA continua enfrentando desafios: seus técnicos estão trabalhando no projeto de ampliação das capacidades de produção de soda cáustica e cloro.

Breve, o mercado interno contará com mais suprimento, o Pólo com a garantia de matéria-prima e a SALGEMA, certamente, com novos desafios.



Sistemas eleitorais e democracia

Wanderley Guilherme dos Santos

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro

Sistemas eleitorais têm por objetivo resolver um problema importante, que não pode ser superado em democracias diretas. Nestas, as deliberações são tomadas mediante consulta a todos os membros da comunidade. Idealmente, só se converteriam em leis aquelas deliberações que obtivessem assentimento unânime, pois só assim estaria assegurada a manifestação da vontade comum, ou vontade geral da comunidade. O formulador desta concepção radical de democracia, Jean Jacques Rousseau (1712-1778), admitiu pelo menos duas dificuldades para sua realização efetiva. Em primeiro lugar, a operacionalidade do processo deliberativo seria comprometida pelo longo tempo necessário para que as indispensáveis discussões depurassem tudo que há de privado, particularístico, na preferência de cada cidadão e alcançassem o precipitado, o resíduo que expressaria a vontade geral. Por isso sugeriu ele próprio que a regra da unanimidade poderia ser substituída pela regra da maioria absoluta, considerada critério indicativo da vontade geral na elaboração legislativa. A segunda dificuldade refere-se ao requisito da participação de todos os membros da comunidade no processo deliberativo.

A primeira dificuldade descrita tenderia a aumentar na proporção direta do tamanho da comunidade: quanto maior o número de participantes no processo legislativo, maior seria o tempo necessário para a depuração dos particularismos e a descoberta da vontade geral. Destas duas dificuldades segue-se a melancólica conclusão rousseauiana de que a aproximação

ao ideal democrático só seria possível em sociedades minúsculas. Sistemas eleitorais consistem, portanto, em artifícios institucionais destinados estritamente a solucionar a segunda dificuldade: como assegurar o caráter democrático da organização política em sociedades de grande porte?

Se a participação de toda a comunidade no processo deliberativo é operacionalmente inviável, cria-se o problema da escolha de um pequeno conjunto de cidadãos a quem se delega autoridade para tomar decisões em nome de toda a coletividade. A legislação produzida por esse pequeno corpo deliberativo pode reclamar a obediência de todos os cidadãos porque se supõe que representa a vontade geral, na justa medida em que o microscópico conjunto de legisladores representa a sociedade inteira. Democracia representativa, portanto, é a representação da sociedade por uma minoria de seus cidadãos. Obviamente, quanto mais representativo for esse corpo deliberativo, mais democráticas serão suas decisões. E foi para garantir que o microlegislativo fosse o mais representativo possível que se inventaram diversas fórmulas eleitorais, ou seja, regras para a escolha daquele reduzido grupo de cidadãos a quem se delega a autoridade de representantes da sociedade, para tomar decisões em nome desta.

Nas sociedades modernas, complexas, a diversidade de opinião manifesta-se institucionalmente sob a forma de partidos, organizações que agregam pessoas que partilham aproximadamente o mesmo conjunto de idéias a respeito dos problemas que a sociedade enfrenta. Fala-se neste caso de

“partilhar aproximadamente o mesmo conjunto de idéias” porque só muito raramente duas pessoas pensam exatamente da mesma maneira sobre questões controversas. O relevante na diferenciação partidária é que as diferenças de opinião entre os membros de um partido são substancialmente menores que as diferenças entre as opiniões de qualquer deles e as de qualquer membro de outro partido. Nessas sociedades, o caráter democrático da ordem política depende da extensão em que o corpo deliberativo representa a diversidade partidária. Assegurar essa representação é a função dos sistemas eleitorais.

Considere-se a seguinte definição, formulada pelo cientista político norte-americano Douglas Rae: “Leis eleitorais são aquelas que governam os processos mediante os quais preferências eleitorais são articuladas sob a forma de votos, e pelas quais esses votos são traduzidos na distribuição da autoridade governamental (tipicamente, cadeiras parlamentares) entre os partidos políticos em competição” (*The political consequences of electoral laws*, Yale University Press, 1971). É importante reter o que constitui a essência de um sistema eleitoral: trata-se de um conjunto de regras destinadas a traduzir um corpo maior (a sociedade) em um corpo menor (o legislativo), de modo tal que a diversidade do corpo maior esteja representada no corpo menor.

A importância de um entendimento claro do papel dos sistemas eleitorais decorre da frequência com que se exige das regras eleitorais resultados que escapam inteira-

mente à sua competência e capacidade. É comum, por exemplo, atribuir-se ao sistema eleitoral responsabilidade pela maior ou menor lisura no comportamento dos legisladores. Também não raro se imagina que a competência na condução dos negócios públicos depende das regras eleitorais. Estes são equívocos que devem ser afastados. A função primordial das regras eleitorais é fazer com que a diversidade dos representantes espelhe o mais perfeitamente possível a diversidade dos representados. Em democracias representativas, o sistema eleitoral cuida da representatividade do corpo legislativo, não da qualidade do seu funcionamento.

A representatividade do corpo representativo exige: 1) que a extensão da diversidade da sociedade se traduza na diversidade do legislativo; 2) que o peso específico das opiniões representadas no legislativo corresponda à magnitude do apoio que a sociedade lhes confere. Em outras palavras, para ser representativo, um corpo legislativo não deve somente conter representantes das diversas correntes de opinião, mas refletir com fidelidade as posições relativas de maior ou menor apoio que essa opiniões têm na sociedade. Estes são os critérios para a avaliação da eficácia de um sistema eleitoral.

Existe ponderável número de fórmulas para traduzir o número de votos recebidos por um partido em número de cadeiras parlamentares a que tem direito. Basicamente, todavia, todas podem ser referidas a três fórmulas fundamentais: a majoritária, a de pluralidade e a proporcional. As duas primeiras compõem o tipo usualmente chamado de voto distrital e a última, como indica o nome, corresponde ao sistema de representação proporcional.

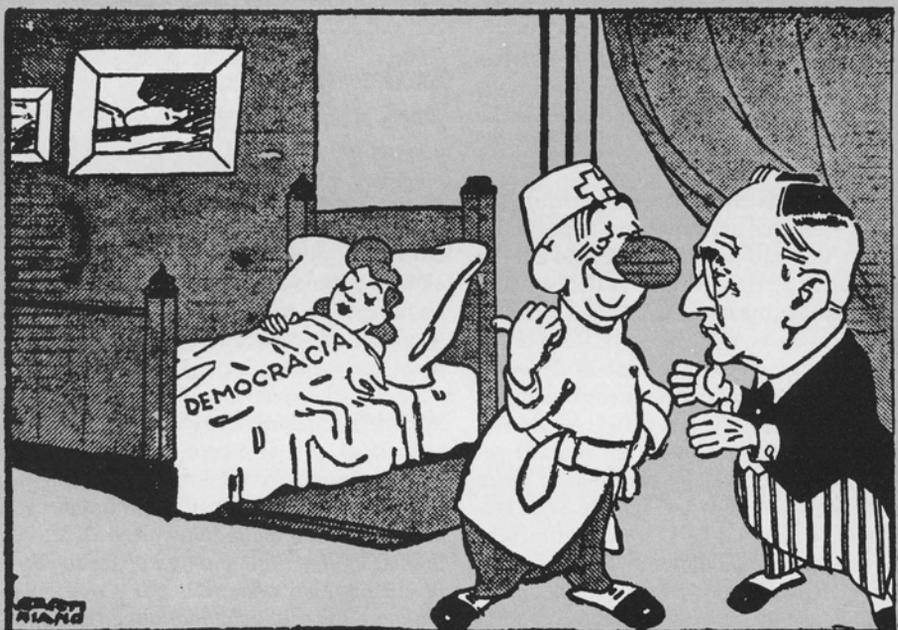
Se chamarmos de V ao total de votos a distribuir pelos partidos numa dada circunscrição eleitoral e de C ao número de cadeiras em disputa nesta circunscrição, a fórmula majoritária pura implica que C deve ser entregue ao partido que obtiver metade mais um do total de votos. Uma vez que este requisito de vitória é muito exigente, é usual que a fórmula majoritária seja utilizada apenas em eleições de executivos, (nacionais, estaduais e municipais), e raramente em eleições parlamentares. Mesmo nas primeiras, a fórmula majoritária costuma ser acompanhada de outra regra — a da votação em dois turnos, em que apenas os dois partidos mais votados no primeiro turno competem no segundo —, pois

é freqüente que nenhum partido obtenha na primeira rodada a maioria requerida.

A fórmula da pluralidade é menos rigorosa nas exigências. Para obter C , tudo que um partido precisa é conseguir um número de votos superior ao de qualquer dos partidos concorrentes, tomados um a um, ainda que inferior ao total de votos obtidos pelos demais partidos tomados em conjunto. Assim, por exemplo, se os partidos X , Y e Z concorrem por C cadeiras em cada circunscrição, e a distribuição de votos é 34% para X , 33% para Y e 33% para Z , o total C de cadeiras é atribuído ao partido X .

igual a Vx/Q . Ora, como só por um raríssimo acaso essa divisão não deixará resto ("sobra"), surge então o problema de determinar a regra de distribuição das cadeiras restantes, levando em conta as "sobras" dos diversos partidos.

Os sistemas de representação proporcional diferenciam-se segundo as regras que adotam na distribuição das sobras. Dispensando a aritmética, importa descrever simplificada dois tipos principais de alocação das sobras. O primeiro, chamado da "maior média", tem duas variantes: divide o total de votos do partido pelo número de cadeiras já obtidas mais um (varian-



O MÉDICO — Está fraquinha, Presidente. Dê-lhe um re...
GETULIO — (Já sei!)...constituente, constituinte!

A fórmula proporcional, finalmente, determina que o número total de cadeiras (C) seja dividido entre os partidos concorrentes na mesma proporção em que o total de votos (V) se distribuiu entre eles. Se os votos se distribuíssem como no exemplo acima, as cadeiras seriam repartidas da seguinte maneira: 34% para X e 33% para Y e Z .

O sistema de representação proporcional requer regras adicionais, por conta das "sobras". Estas surgem da seguinte maneira: cada cadeira incluída em C "custa" certo número de votos — o chamado quociente eleitoral (Q), calculável de diversas maneiras, não relevantes neste contexto — e cada partido terá direito a um número de cadeiras equivalente ao múltiplo que expresse a relação entre o total de votos recebidos pelo partido e o Q . Assim, o número de cadeiras de qualquer partido Px será

te d'Hondt) ou mais 1,4 (variante Lague). O denominador, neste caso, varia em função direta do sucesso inicial do partido, e a obtenção de cadeiras adicionais mediante sobras custa cada vez mais. A variante d'Hondt é utilizada na Áustria, na Bélgica, na Finlândia e no Brasil, entre outros países. A Noruega, a Suécia e a Dinamarca estão entre os países que adotam a variante Lague.

O segundo tipo principal, chamado de "sobra maior", aloca as cadeiras restantes após a apuração Vx/Q inicial segundo a sobra de cada partido se aproxime de Q , em ordem decrescente. É esta a fórmula adotada em Israel e na Itália.

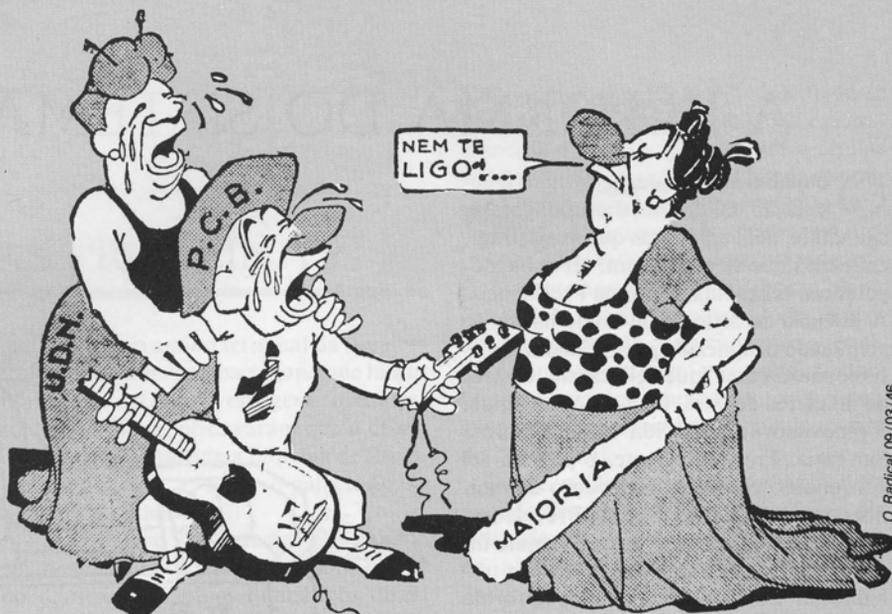
Como mostra a tabela, entre 21 democracias contemporâneas avançadas, 15 adotam o sistema de representação proporcional e seis o de pluralidade.

O Radical 21/09/45

Pesquisa Paulo Moraes de Sá e Cassia Melo da Silva

Sabe-se que não há regras capazes de assegurar a perfeita representatividade de um parlamento, isto é, que atendam de maneira ideal aos dois requisitos anteriormente mencionados. Nem por isso, entretanto, os sistemas eleitorais se equivalem em sua capacidade de gerar um parlamento cuja diversidade reflita a diversidade do eleitorado. Um parlamento será tanto mais representativo quanto menor for a discrepância entre sua composição e a do eleitorado.

Existe uma medida que capta simultaneamente os dois aspectos (extensão e ponderação da diversidade) da representatividade. Ela se baseia na diferença entre o número de partidos eleitorais efetivos e o número de partidos parlamentares efetivos. A "efetividade" eleitoral ou parlamentar de um partido significa que ele detém votos ou cadeiras em número suficiente para contar como partido em confronto com o número de votos ou cadeiras apropriados pelos partidos concorrentes. O número de partidos eleitorais efetivos e o número de partidos parlamentares efetivos exprimem,



P.C.B. — Quem quebrou meu violão de estimação... foi Ela!

assim, a extensão da diversidade política comparativamente significativa e a diferença entre ambos indica o quanto o parlamento se afasta da representatividade perfeita.

SISTEMAS ELEITORAIS DE 21 PAÍSES E DESVIO ENTRE NÚMERO DE PARTIDOS ELEITORAIS EFETIVOS E PARTIDOS PARLAMENTARES EFETIVOS (1945-1980)

Sistemas de pluralidade e majoritários	Nº de partidos parlamentares efetivos	Nº de partidos eleitorais efetivos	Redução do nº de partidos (%)
Austrália	2,5	2,8	7,2
Canadá	2,4	3,1	20,6
Estados Unidos	1,9	2,1	6,3
França (5ª República)	3,3	4,8	30,7
Inglaterra	2,1	2,6	17,4
Nova Zelândia	2,0	2,4	16,7
Representação proporcional			
Alemanha	2,6	2,9	9,3
Áustria	2,2	2,4	7,5
Bélgica	3,7	4,1	10,0
Dinamarca	4,3	4,5	4,5
Finlândia	5,0	5,4	7,5
França (4ª República)	4,9	5,1	4,1
Holanda	4,9	5,2	6,7
Irlanda	2,8	3,1	9,6
Islândia	3,5	3,7	5,2
Israel	4,7	5,0	6,6
Itália	3,5	3,9	11,1
Luxemburgo	3,3	3,6	9,4
Noruega	3,2	3,9	16,9
Suécia	3,2	3,4	5,5
Suíça	5,0	5,4	7,4

Fonte: Arendt Lijphart, *Democracies*, New Haven, Yale University Press, 1984.

A fórmula para estimar o número de partidos efetivos de qualquer sistema é função do grau de fracionamento (diversidade) desse mesmo sistema. O índice de fracionamento (F) eleitoral ou parlamentar, por sua vez, é obtido mediante a aplicação da fórmula $F = 1 - \Sigma (v^2 \text{ ou } c^2)$ onde v e c são, respectivamente, percentagem de votos e de cadeiras parlamentares. Deriva-se então o número de partidos efetivos pela resolução de $1 - F$. A tabela mostra a magnitude do desvio entre o número de partidos eleitorais efetivos e o número de partidos parlamentares efetivos nas 21 democracias consideradas.

Embora países com sistemas eleitorais semelhantes exibam diferentes graus de representatividade, é patente que sistemas de representação proporcional produzem maior compatibilidade entre a diversidade significativa do eleitorado e a heterogeneidade do parlamento, se comparados aos sistemas de pluralidade.

A substituição da democracia direta pela democracia representativa tem por objetivo tornar viável a administração política de sociedades complexas com o mínimo de prejuízo para o ideal de participação generalizada. Dessa perspectiva, o critério de representatividade dos parlamentos adquire suprema relevância, na exata medida em que se considera que a legitimidade do legislativo — e, pois, das leis por ele geradas — decorre do grau de representatividade que possui. A este respeito, o que a análise comparada permite concluir é que sistemas de representação proporcional atendem mais satisfatoriamente aos requisitos de representatividade que sistemas de representação de pluralidades.

A REFORMA DO SISTEMA DE SAÚDE

O objetivo é claro: atender melhor à população, cuidar satisfatoriamente de sua saúde. Sem epidemias que se alastram, endemias que se perpetuam, serviços inoperantes, crises financeiras na Previdência. A falência do sistema de saúde há muito vem sendo denunciada por entidades e profissionais da área, que delinearam, através de inúmeros debates, uma proposta ampla e renovadora, conhecida como Reforma Sanitária. Frequentemente, o projeto foi confundido com o de unificação dos ministérios da Saúde (MS) e da Previdência e Assistência Social (MPAS). Em maio último, contudo, com a conclusão dos trabalhos da Comissão Nacional de Reforma Sanitária e a assinatura de novos convênios entre os estados e o MPAS, ficou claro que este está longe de ser o seu caminho, seja no plano legal, seja no plano prático. Que vem a ser essa Reforma Sanitária, que, segundo Hésio Cordeiro, presidente do Instituto Nacional de Assistência Médica e Previdência Social (INAMPS), já é um fato?

O marco inicial da discussão de uma nova política de saúde foi a reunião promovida em 1979 pela Comissão de Saúde da Câmara dos Deputados, sob a presidência do então deputado Ubaldo Dantas. No debate, foram retomadas propostas de unificação do sistema médico-hospitalar, esboçadas pela primeira vez em 1963, na III Conferência Nacional de Saúde. Aportaram ainda na Câmara muitos documentos que tinham sido produzidos por movimentos de oposição, partidos políticos e entidades representativas de profissionais da área. Também centros de pesquisa — como o Centro Brasileiro de Estudos em Saúde (Cebes), que desenvolvia estudos desde 1974 — e pesquisadores isolados enviaram suas propostas.

A reunião representou um passo significativo: se não chegou a esboçar propriamente a Reforma Sanitária, formulou e deu projeção política à idéia da necessidade de modificação do sistema. De 1979 a 1984 o debate se ampliou, tendo um novo momento importante na elaboração dos planos de governo do candidato Tancredino Neves.

Quando da elaboração desses planos, em dezembro de 1984, a Comissão de Saúde da Câmara promoveu uma ampla discussão, no Congresso Nacional, das várias alternativas para a política de saúde. Desta vez, a idéia de Reforma Sanitária apareceu



com maior consistência, já na forma de um conjunto de idéias elaborado tanto por profissionais da área como por organizações comunitárias e sindicais. Ficou claro que não se visava apenas dar à população maior acesso à assistência médico-hospitalar. Pretendia-se uma reforma que, indo além da reestruturação do Sistema Nacional de Saúde, envolvesse uma nova política de recursos humanos, uma revisão das questões relativas à ciência e à tecnologia e uma reformulação das políticas concernentes aos medicamentos e materiais de uso corrente no atendimento médico-hospitalar e odontológico. Mais ainda, deveriam ser considerados — na medida em que se ligam à questão da saúde — os problemas do meio ambiente, do saneamento básico e do ambiente de trabalho. Assim concebida, a Reforma Sanitária aparecia como transformação articulada dos vários componentes do setor saúde. Seus formuladores enfatizavam, por fim, que o êxito do empreendimento dependeria estreitamente de um conjunto de fatores sociais e econômicos — como emprego, moradia, escolaridade — que são os determinantes primeiros do nível de saúde de uma população.

Essa conceituação básica alcançou sua maturação em março de 1986, durante a VIII Conferência Nacional de Saúde, que reuniu cerca de quatro mil pessoas direta ou indiretamente ligadas ao setor. Poucos meses depois, por decisão dos ministros da Previdência e Assistência Social, da Saúde e da Educação, foi criada a Comissão Nacional

da Reforma Sanitária (CNRS). A Portaria Interministerial MEC/MS/MPAS n.º 02/86, publicada em 22 de agosto de 1986, definiu que a CNRS teria 24 integrantes, sendo 12 vinculados ao poder público e 12 a entidades da sociedade civil.

No final de maio último, a CNRS entregou suas conclusões preliminares à Subcomissão de Saúde, Seguridade e Meio Ambiente da Assembléia Constituinte e encerrou os seus trabalhos. Os relatórios finais tratam das modificações que devem ser introduzidas no arcabouço legal do sistema para que se possa proceder à implantação definitiva da Reforma Sanitária. O primeiro passo, no plano legal, deverá ser a elaboração do texto substitutivo da lei n.º 6229/75, que instituiu o Sistema Nacional de Saúde, estabelecendo o sistema único e descentralizado de saúde.

Na abertura do documento “A Reforma Sanitária: bases estratégicas e operacionais para a descentralização e unificação do sistema de saúde”, de sua autoria, o presidente do INAMPS, Hésio Cordeiro, aponta diretrizes para um novo Sistema Nacional de Saúde: “A questão institucional da reestruturação do sistema de saúde tende a polarizar a estratégia da Reforma Sanitária em face das controvérsias sobre a definição de um novo órgão federal, formulador e condutor da política de saúde. A solução mais frequentemente apresentada é a de uma nova estrutura resultante da revisão de funções e da organiza-

ção do Ministério da Saúde e do INAMPS. Embora haja concordância com a idéia de que uma nova estrutura, para ser realmente inovadora, não deve repetir as atuais, com excesso de níveis administrativos e centralização dos processos decisórios, vão sendo disseminadas posições que podem levar a uma solução não desejada, ou seja: a transferência do INAMPS, pura e simplesmente. Isto só causaria hipertrofia e agravaria a ineficiência dos mecanismos de decisão e de gestão, tão lentos e pesadamente burocráticos. A reação imediata a este risco, no âmbito do próprio governo, poderá ser a rejeição de qualquer proposta de mudança e o fortalecimento dos preconceitos ligados à baixa eficiência do setor público na área social." Mais à frente, Hésio Cordeiro é categórico: "A unificação não deve dar-se pela transferência de hospitais e ambulatorios para o Ministério da Saúde ou seu sucedâneo."

Foi esta posição, consensual nos setores ligados à área, que resultou na proposta do sistema único e descentralizado de saúde. Nessa concepção, o processo de unificação envolve as secretarias estaduais ou municipais de saúde e as instituições hoje vinculadas aos ministérios da Saúde e da Previdência. Operacionalmente, isto significa a transferência da administração das unidades médico-hospitalares desses dois ministérios para as secretarias estaduais e municipais. O sistema é assim unificado, passando a responder a um único gerente, o secretário estadual de saúde; por outro lado, é descentralizado, uma vez que os vários estados e municípios assumem a gerência da rede instalada em seu território.

Nos estados, o sistema terá como órgão deliberativo a Comissão Interinstitucional de Saúde (CIS), de que fazem parte a Secretaria Estadual de Saúde, os ministérios da Saúde e da Previdência Social e entidades filantrópicas, comunitárias e representativas de profissionais da área. Uma vez traçada a política estadual de saúde, as ações serão coordenadas pelo secretário estadual, que assumirá também a presidência da CIS. Essa estrutura se repetirá nos municípios onde o órgão gestor será a Comissão Interinstitucional Municipal de Saúde (CIMS). Na prática, porém, o grau de municipalização ou estadualização dependerá basicamente de dois pontos: a complexidade da rede em questão e a situação de cada administração estadual ou municipal.

A complexidade da rede está ligada a diversas características dos estados e muni-

cípios. Enquanto os pequenos municípios têm apenas os serviços básicos de saúde, outros, como São Paulo ou o Rio de Janeiro, têm uma rede complexa, que abrange de postos de saúde a hospitais especializados. Essas discrepâncias devem dar lugar a graus diversos de municipalização. O mesmo se aplica aos estados.

O segundo ponto diz respeito à capacidade administrativa dos estados ou municípios. Sabe-se que muitos estados enfrentam hoje dificuldades para administrar a própria rede. A transferência imediata das unidades do INAMPS e do Ministério da Saúde para o âmbito estadual ou municipal poderia causar a desorganização do sistema, comprometendo sua eficiência.

O projeto de unificação deve, em suma, ser ajustado às condições de cada estado e de cada município do país. Os convênios assinados em maio entre secretarias estaduais e os Ministérios da Saúde, da Educação e da Previdência seguem essa orientação, promovendo a unificação nos estados que se julgam aptos a empreendê-la já

A unidade básica do novo sistema nacional de saúde será o distrito sanitário: cada grupo de 25 a 40 mil pessoas deve referenciar-se em uma rede local de postos ou em um pequeno hospital. Sabe-se que 80% dos problemas de saúde podem ser resolvidos em postos ou ambulatorios, sem demandar equipamentos sofisticados.

em 1987: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Espírito Santo, Bahia, Pernambuco, Pará e Rondônia, além do Distrito Federal. Em cada um deles, porém, a implantação da Reforma segue caminhos distintos. Em São Paulo, no Rio de Janeiro e no Paraná, ocorrerá a transferência de unidades da Secretaria de Saúde e de pequenos ambulatorios do INAMPS para os municípios, num movimento de municipalização. Já na Bahia, Pernambuco e Rondônia tende-se a fortalecer as secretarias estaduais. Em Rondônia, especialmente, a proposta inclui

a unificação completa em torno da secretaria, pois sua estrutura administrativa é muito simples e o estado sequer possui uma superintendência regional do INAMPS, que tem ali apenas um núcleo. No caso de São Paulo, vale frisar que as propostas de estadualização e municipalização são parciais. A absorção de parte da superintendência será seguida pela criação de um órgão que administrará a rede em conjunto com o INAMPS. Também na Bahia, Rio de Janeiro, Paraná e Pernambuco será adotado um sistema de co-gestão. A unificação entre órgãos das secretarias estaduais de saúde, do Ministério da Saúde e das Superintendências do INAMPS será paulatina.

A unificação descentralizadora deve conduzir a um sistema federalizado, isto é, de base estadual e municipal, adaptado às peculiaridades regionais e estaduais. O Sistema Nacional de Saúde passará a ser composto pelo somatório dos sistemas estaduais, cada um dos quais, por sua vez, integrado pela totalidade dos sistemas municipais. As unidades básicas do sistema nacional não serão, contudo, os municípios, mas os Distritos Sanitários, que juntos comporão o sistema municipal de saúde.

O Distrito Sanitário não é concebido na proposta da Reforma como mera unidade administrativa geograficamente delimitada, uma instância burocrática a mais. É um conceito que expressa uma revisão de todo o conteúdo das práticas de saúde. Na prática, significa que cada grupo populacional de 25 a 40 mil pessoas deve estar referido a uma rede local de postos e centros de saúde e eventualmente a um pequeno hospital geral ou distrital. Inscrita nos centros de saúde, essa população terá seus problemas mais comuns resolvidos na rede local, por profissionais que têm uma responsabilidade definida para com ela.

Serão atribuições do Distrito Sanitário: atividades de prescrição referentes ao controle e à vigilância do meio ambiente e de trabalho, o que inclui a inspeção de fábricas, projetos agroindustriais e locais de trabalho em geral; atividades de saúde pública vinculadas à higiene dos alimentos, uso de substâncias tóxicas e de elementos químicos, físicos e biológicos capazes de causar dano à saúde; atividades de prevenção ligadas aos indivíduos e grupos de indivíduos, incluindo a educação em saúde, imunizações, ações para o controle de doenças infecto-parasitárias, crônico-degenerativas e mentais; ações de cuidado médico-ambulatorial, hospitalar e odontológico,



pelo menos de nível básico; vigilância e combate a endemias e epidemias; vigilância e controle do uso de medicamentos e outras substâncias e materiais de consumo médico-sanitário; fornecimento de medicamentos e de assistência farmacêutica.

O Distrito Sanitário contará com um Conselho de Saúde, formado por entidades comunitárias e sindicais, profissionais de saúde e prestadores de serviço. Através dele, a população poderá fiscalizar o atendimento médico que recebe e exigir qualidade. Caberá à CIS de cada estado definir os distritos, que não necessariamente coincidirão com os territórios dos municípios. Se o Distrito Sanitário coincidir com o município, sua administração caberá à CIMS; quando for parte de um município, à Comissão Local Interinstitucional de Saúde (CLIS); quando corresponder a um consórcio de municípios, à Comissão Regional Interinstitucional de Saúde (CRIS).

Segundo o relatório final da VIII Conferência Nacional de Saúde, a meta da elevação do nível de saúde dos brasileiros exige: acesso aos serviços de saúde, resolução e continuidade desses serviços e integração do sistema. O acesso deve ser universal. A resolução determina que todo problema de saúde deve ser resolvido em nível compatível com sua complexidade: vacinas são dadas em postos, um caso de hipertensão pode ser acompanhado ambulatorialmente, um tumor raro exige diagnóstico especializado (sabe-se que 80% dos problemas de saúde podem ser resolvidos em postos ou ambulatorios, sem demandar equipamentos sofisticados). A continuidade do serviço restabelece a figura do médico conhecido, o "médico da família", e evita a peregrinação do doente pelo sistema de saú-

de, passando por profissionais diversos. A integração assegura que as atividades médico-hospitalares, por exemplo, se liguem às de preservação do meio ambiente, de melhoria das condições de trabalho e de saneamento básico. Essas características encontram seu instrumento de realização na formação e funcionamento dos Distritos Sanitários.

Para os profissionais da área, atingir a meta significa a possibilidade de reavivar seu compromisso com a saúde da popula-

Com a reforma, muda o papel do INAMPS, que não terá mais unidades médico-hospitalares, transformando-se em um órgão ágil. O Ministério da Saúde manterá, entre outras, as funções de planejamento e normatização da política para este setor.

ção, além de uma revalorização de seu trabalho, na forma do emprego único, de tempo integral. Uma revisão dos planos de cargos e salários, que conduza a uma remuneração justa e possibilite a dedicação exclusiva, permitirá a esses profissionais, sobretudo os médicos, escapar à multiplicação de vínculos empregatícios a que se vêem hoje obrigados. Durante o processo de transferência das unidades do INAMPS e do Ministério da Saúde para os estados e municípios, serão preservados todos os di-

reitos adquiridos, inclusive reajustes, do pessoal ligado à administração federal.

Por fim, para o Estado, o atingimento da meta implica um desafio, na medida em que o obriga a modernizar o serviço público, aumentando-lhe a eficiência. É preciso que os funcionários recebam salários adequados, tenham bons estímulos na progressão funcional, que o serviço seja moralizado, que só se façam as contratações necessárias. É preciso, enfim, que o serviço público funcione, permitindo ao Estado atuar como agente de distribuição de renda através da política social. São estas, em linhas gerais, as conclusões da VIII Conferência.

Outro ponto fundamental é a reestruturação do sistema de financiamento da saúde. É preciso que se aposte no novo Sistema Nacional de Saúde. Qual é o valor da aposta? Uma estimativa genérica permite afirmar que, para que haja isonomia salarial entre profissionais de saúde municipais, estaduais e federais, com implantação do tempo integral e da dedicação exclusiva, seriam necessários recursos da ordem de dez bilhões de cruzados. A reforma e a melhoria da rede, em número de leitos e de ambulatorios, exigiria cerca de cinco bilhões de cruzados. A expansão da rede, com construção de unidades em locais carentes de serviços, demandaria 15 bilhões de cruzados. O atendimento das reivindicações do setor contratado e conveniado e dos profissionais, particularmente dos médicos, no tocante às diárias pagas e ao valor da consulta médica, exige recursos da ordem de 30 bilhões de cruzados. Apenas estes itens somam de 60 a 70 bilhões de cruzados, ao passo que o orçamento total do INAMPS para 1987 está em torno de 80 bilhões de cruzados. Se levarmos em conta ainda o conjunto das ações ligadas ao combate às grandes endemias e às epidemias, ao saneamento, à produção de matérias-primas para o fabrico de medicamento e ao desenvolvimento de tecnologia para novos equipamentos, concluiríamos que os gastos da Previdência, do Ministério da Saúde, dos estados e dos municípios deveriam ser no mínimo duplicados. Muitos consideram que, ao lado do aumento dos recursos oriundos do orçamento fiscal da União, estados e municípios devem destinar à saúde de 8 a 10% de seus orçamentos.

Quanto a este último ponto, há controvérsias: devem ou não ser fixados os percentuais que estados e municípios destina-

rão à saúde? Segundo alguns, melhor seria aproveitar o processo de estadualização e municipalização para fazer a montagem do orçamento de saúde também de baixo para cima. Dessa forma, agregando-se as necessidades municipais, se chegaria aos orçamentos estaduais que, no seu conjunto, formariam o de todo o país. Tal método conduziria a um orçamento nacional em que as fontes estariam muito bem identificadas (informação fundamental para o bom andamento da negociação entre a área social e a área econômica do governo), além de promover o rompimento de preconceitos e a modernização dos serviços.

A batalha por melhores condições de saúde para o povo brasileiro é travada também, e de forma dramática, no campo da ciência e da tecnologia. Aqui os interesses são grandes, e muitos deles multinacionais. A resistência que opõem é bem maior que aquela apresentada pelos hospitais privados quando rotulam a Reforma Sanitária de estatizante.

No que diz respeito às pesquisas, as ne-

cessidades são claras. Para seu pleno êxito, a Reforma Sanitária carece do desenvolvimento de tecnologias ligadas à prática médica e aos seus insumos. É indispensável o desenvolvimento da pesquisa básica nos campos de conhecimento de fronteira, como a biotecnologia. Por fim, na área da saúde coletiva, é fundamental que as universidades e institutos de pesquisa acompanhem as mudanças em curso e façam sobre elas uma reflexão crítica. Em todos estes campos, já foram criadas linhas de financiamento por meio de convênios entre o INAMPS, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Há que reconhecer, contudo, que os avanços nesse campo são ainda lentos.

Concluído o processo de unificação e descentralização, o Ministério da Saúde manterá suas funções de formulador, normatizador e planejador da política de saúde, além daquelas relacionadas ao combate às grandes endemias, à vigilância epidemiológica e sanitária, à Central de Medicamentos (Ceme), à Fiocruz e a algumas

unidades médico-assistenciais de referência nacional. O INAMPS — que já não terá unidades médico-hospitalares — se transformará num órgão de planejamento e controle do Fundo de Previdência e Assistência Social, que reunirá recursos destinados à saúde, reduzindo-se a uma estrutura pequena e ágil. Suas funções principais serão o planejamento, a formulação e o acompanhamento das metas de atendimento, aí incluído o aspecto orçamentário, bem como o controle e a avaliação das ações executadas pelo sistema unificado de saúde.

Diante dos avanços já realizados, Sérgio Arouca — presidente da Fiocruz e secretário de Saúde do Rio de Janeiro — afirma: “A Reforma Sanitária começa a implantar-se de forma irreversível no país. Não como algo criado em gabinetes, não como idéia transplantada, mas como um projeto nacional, democrático, construído, pensado e executado pelo conjunto de nossa sociedade.”

Sergio Portella

Ciência Hoje, Rio de Janeiro



Tecnologia e Qualidade.

Qualidade de seus produtos e preocupação tecnológica são metas traçadas pela Metal Leve desde a sua fundação.

Através de seu Centro de Pesquisa procura assimilar a mais avançada tecnologia externa e gerar tecnologia própria, desenvolvendo novos projetos, reconhecidos hoje pelos mais exigentes mercados internacionais.

A Metal Leve, visando sempre a evolução tecnológica, orgulha-se de estar contribuindo, de maneira eficaz, para o desenvolvimento do País.



RECURSOS HUMANOS: NOVO DESAFIO À POLÍTICA DE INFORMÁTICA

A Lei nº 7.232, aprovada pelo Congresso Nacional em 3 de outubro de 1984 e conhecida como Lei da Informática, tem entre seus objetivos a capacitação nacional nas atividades de informática e a consolidação de uma indústria genuinamente brasileira. Para tal, implantou até 1992 uma reserva de mercado para microcomputadores produzidos por empresas brasileiras. Os resultados são alentadores. Mas, passados mais de dois anos, é com apreensão que se constata a deficiência na formação de recursos humanos na área, fator que pode ser decisivo, no futuro, para o sucesso da política adotada.

Segundo Arthur Pereira Nunes, diretor-executivo da Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos (Abicomp), o problema da carência de recursos humanos no setor atravessou duas fases. A primeira data da época de implantação das indústrias no país, quando não havia entre nós cursos superiores específicos para a informática, inaugurados (primeiro em nível de mestrado e doutorado) depois de 1970. Composto de pessoas com curso de graduação em outras áreas (principalmente engenharia, matemática e física) o grupo pioneiro aprendeu informática lendo os manuais da IBM e de outros fabricantes. Evidentemente, eles veiculavam informações de quem estava interessado em vender equipamentos. O treinamento era feito nas próprias indústrias e dirigido para a tecnologia disponível na época: a das grandes máquinas e dos centros de processamento de dados. Na primeira metade da década de 1970, o Brasil sofreu um déficit quantitativo de mão-de-obra, uma vez que não formava profissionais em número suficiente para fazer funcionar os computadores aqui instalados. O tema predominante na época era a ociosidade dos equipamentos.

Hoje o quadro é outro: existe um parque industrial significativo (o setor cresce a uma taxa anual de 20 a 30%) e uma quantidade razoável de cursos com vagas disponíveis. A discussão centra-se agora na qualificação desses profissionais e na otimização do uso dos computadores. O problema passou a ser o da carência de pessoal qualificado.

Na fase inicial do desenvolvimento da indústria de informática no Brasil, a comu-

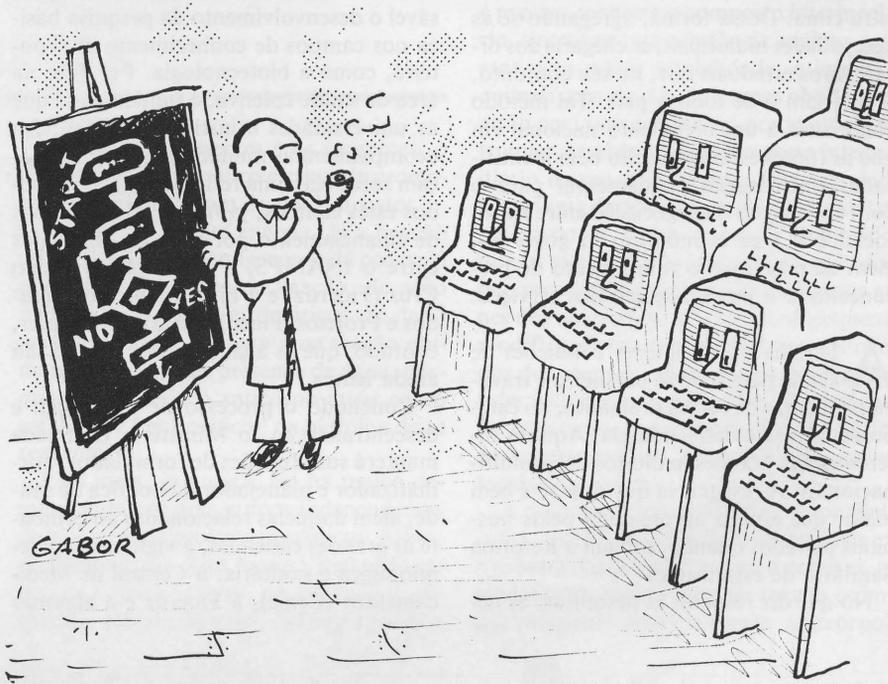


Ilustração Gabor Geszti

nidade científica se dividia em duas correntes. De um lado alinhavam-se os grupos que defendiam a pesquisa fundamental, tendo como meta o progresso do conhecimento em nível internacional. Isto implicava, em geral, atividades acadêmicas pautadas em problemas que afligiam as comunidades científicas em posição de liderança, isto é, aquelas dos países desenvolvidos. De outro lado, os grupos de pesquisa aplicada buscavam soluções práticas e caminhos de desenvolvimento tecnológico que não reproduzissem necessariamente os modelos traçados no Primeiro Mundo.

Essa divergência deu lugar a um certo conflito, uma disputa pelos poucos recursos destinados à atividade científica. Para que deveriam servir esses investimentos? Para fazer avançar a ciência ou para atender os problemas práticos que a tecnologia suscitava aqui?

No setor de informática, esse problema foi relativamente superado. No momento em que a indústria começou a operar no país, houve uma demanda por trabalhos de pesquisa aplicada, o que levou várias equipes a constituir empresas onde pudessem utilizar seus conhecimentos. Mas, na medida em que os produtos foram chegando ao mercado, criou-se outro tipo de deman-

da: a reciclagem dos grupos de pesquisa fundamental. Estes passaram a desempenhar papel de relevo nos trabalhos de prospecção teórica e na formação de pessoal em nível de mestrado e doutorado. A aproximação entre os dois grupos se deu a partir do momento em que a pesquisa fundamental tornou-se indispensável para o conhecimento e a aplicação da tecnologia nos diversos campos.

Arthur Pereira Nunes considera que o papel da universidade como geradora de conhecimento deve ser resgatado. A formação de uma nova geração de pesquisadores, capaz de enfrentar desafios e formular propostas para os anos 90, é exigência fundamental para um setor onde o desenvolvimento tecnológico tem sido muito rápido. A seu ver, o número de mestres e doutores formados pelas instituições de ensino está ainda muito aquém da demanda do mercado. Além disso, é alta a absorção, pelas indústrias em crescimento, de pessoal com formação acadêmica. A situação das universidades federais é precária, com baixos salários para o corpo docente, obsolescência de equipamentos, pequena presença de pessoal formado no exterior e insuficiência de recursos destinados à pesquisa (ver "A galinha dos ovos de ouro").

Com a proliferação dos microcomputadores, a informática passou a permeiar um vasto conjunto de atividades, desde os serviços bancários até processamentos industriais, numa extensão que tem profundo impacto sobre a concepção dos currículos. No entanto, é preciso não perder de vista que o setor vive atualmente um processo de intensa modificação de sua base técnica, seja para criar equipamentos de mais fácil acesso para o usuário, seja para desenvolver o processamento distribuído, as

novas arquiteturas de máquinas e os computadores de quinta geração. Uma boa formação de recursos humanos deve levar em conta essas novas tecnologias.

Arthur Pereira Nunes considera defasado qualquer curso de processamento de dados cujo currículo não inclua técnicas ligadas ao processamento distribuído ou cadeiras de telecomunicações e teleprocessamento. Nelson Maculan acredita que a formação de profissionais deve, cada vez mais, dirigir-se para a computação paralela, pa-

ra os novos métodos de cálculos científicos. Waldemar Setzer, do Departamento de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, julga que um bacharelado em ciências da computação deve oferecer uma sólida formação matemática (estruturas algébricas, combinatória e lógica), além de conhecimentos sobre teoria da computação, conceito de *software* e circuitos digitais.

As universidades devem ter uma estrutura curricular flexível o bastante para permitir a inserção das novas tecnologias adotadas pelas indústrias, de modo a poderem acompanhar o crescimento acelerado do parque industrial do setor. Por outro lado, as empresas precisam incluir em seus programas uma reciclagem contínua de profissionais de processamento de dados. Se não incorporar o processo de domínio da tecnologia, a sociedade estará fadada à importação de caixas-pretas, isto é, à dependência externa.

Ysmar Vianna e Silva, professor-adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro e diretor do Instituto Brasileiro de Pesquisa em Informática (IBPI), acredita que o número de pessoas formadas pelas instituições de ensino superior deve aumentar, de modo a dar respaldo à reserva de mercado. Nelson Maculan endossa esta opinião. Considera que a reserva foi benéfica para o desenvolvimento industrial da computação e para a difusão do seu uso no país. Agora, no entanto, parece-lhe ser o momento de pensar na qualificação dos recursos humanos, que é o calcanhar-de-aquiles da Política Nacional de Informática.

A assinatura, em fevereiro último, do Programa de Formação de Recursos Humanos para a Ciência e Tecnologia poderá ter um impacto positivo, com a concessão de bolsas de estudo durante o triênio 1987/89. Na área de informática, foram aprovadas, em nível de pós-graduação no país, 950 bolsas em 1987, 1.550 em 1988 e 2.150 em 1989; no exterior, foram previstas 600, 950 e 1.150 bolsas nesses mesmos anos.

Apesar disso, o quadro ainda é preocupante. O sucesso do programa de formação de recursos humanos não depende apenas de bolsas. Será necessário criar condições para que os pesquisadores recém-formados possam trabalhar, o que significa acesso a laboratórios equipados, empregos estáveis e salários capazes de reter profissionais competentes nas universidades, cujo papel é essencial para o desenvolvimento da área a longo prazo.

Alicia Ivanishevich
Ciência Hoje, Rio de Janeiro

A GALINHA DOS OVOS DE OURO

Levantamento realizado pela Secretaria Especial de Informática (SEI) mostrou que o país necessitava, em 1986, de 450 mil profissionais qualificados para trabalhar com computadores. Feitas as projeções, pode-se prever uma demanda de aproximadamente 600 mil desses profissionais em 1990. Há muito a fazer: o setor como um todo empregava, ainda em 1986, por volta de 300 mil pessoas no Brasil. Desse total, cerca de 48 mil encontravam-se em fábricas (38 mil em empresas nacionais, dez mil em estrangeiras), produzindo equipamentos e sistemas. Os restantes 257 mil profissionais (analistas, programadores, digitadores, operadores) estavam nos centros de processamento de dados, usando os equipamentos e desenvolvendo aplicações.

Empregos diretos gerados pela indústria nacional de informática

Níveis	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Superior	825	1.256	2.522	2.820	5.597	7.234	10.115	11.709
Outros	1.164	4.761	6.931	7.500	12.540	15.774	20.160	21.877
Total	2.989	6.017	9.453	10.320	18.137	23.008	30.275	33.586

As empresas brasileiras de informática têm aumentado sua oferta de empregos com uma média anual de 26%, enquanto se observa nas multinacionais uma tendência à estabilização. Mas este não é o dado mais importante para uma análise qualitativa do desempenho de cada segmento. Nas empresas estrangeiras, 74% dos profissionais de nível superior exercem funções administrativas e de vendas. Apenas 3,8% desenvolvem atividade de pesquisa e desenvolvimento, percentual quase dez vezes menor do que o verificado nas empresas brasileiras. As multinacionais concentram-se, portanto, em promover e criar necessidades de consumo para produtos projetados nas matrizes. Quem desenvolve tecnologia aqui são as empresas nacionais, aproveitando-se inclusive de incentivos definidos na lei. Esta prevê a dedução, como despesa operacional para efeito de apuração do imposto de renda, de até o dobro dos gastos em formação, treinamento e aperfeiçoamento de recursos humanos, observado o limite de 15% do imposto devido, desde que a empresa tenha seu programa aprovado pelo Conselho Nacional de Informática e Automação (Conin).

Em alguns casos as empresas nacionais investem nas atividades de pesquisa mais recursos que as universidades. Isso representa uma distorção em relação à idéia de fazer com que as instituições de ensino superior e os centros de pesquisa possam caminhar na frente das necessidades imediatas. Para Nelson Maculan, professor da Coordenação de Programas de Pós-graduação de Engenharia (COPPE) da UFRJ, a evasão de profissionais das universidades para o setor industrial é natural. Mas ressalta: é preciso impedir que o pessoal bem-formado e com perfil definido abandone em massa as atividades docentes, sob pena de "matarmos a galinha dos ovos de ouro" da própria indústria nacional.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM MINAS: MARCHA À RÉ

As movimentações em Minas Gerais para a criação de um organismo estadual dedicado exclusivamente à área de ciência e tecnologia (C&T) tiveram início nos anos 60. No final dessa década, durante o governo Israel Pinheiro, o Instituto Nacional de Desenvolvimento Industrial contratou os serviços de uma empresa de consultoria, que deveria estudar a oferta/demanda de C&T no estado e definir uma política que atendesse às exigências do setor. Uma das conclusões desse estudo foi a de que o estado não deveria criar institutos próprios de pesquisa e desenvolvimento (P&D), devendo limitar-se a instituir um organismo voltado para o planejamento, a coordenação, a orientação e o financiamento de atividades de pesquisa. Isto lhe permitiria fortalecer as instituições já existentes, prestigiar grupos emergentes e estimular empresas públicas e privadas a criar departamentos de P&D ou contratar o desenvolvimento de pesquisas de seu interesse por instituições já estabelecidas.

Contrariando essas recomendações, foi criado, no governo Rondon Pacheco, um centro de P&D ligado à Fundação João Pinheiro. O objetivo era dotar essa instituição de infra-estrutura necessária à implementação de um programa de desenvolvimento de pesquisas tecnológicas diretamente administrado pelo estado.

Na gestão de Aureliano Chaves, José Israel Vargas foi convidado para planejar e organizar uma secretaria de estado encarregada de gerir as questões relativas à C&T. Em dezembro de 1976, a lei 6.933 instituiu a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (SECT-MG), a primeira do país com a função específica de coordenar, planejar e executar programas de C&T. Era ainda da competência da nova secretaria coordenar a política de meio ambiente do estado.

Ainda nos anos 60, porém, no final do governo Magalhães Pinto, havia sido criada, graças ao empenho de um grupo de pesquisadores, uma fundação mineira de amparo à pesquisa, similar à Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp). O órgão, no entanto, só existiu no papel, tendo sido abandonado no governo seguinte, embora continuasse a lutar por sua constituição efetiva.

Em julho de 1985, em discurso proferido na cerimônia de abertura da 37ª Reunião Anual da SBPC, realizada em Belo Horizonte, o governador Hélio Garcia prometeu criar uma fundação estadual de pesquisa. Em agosto, foi finalmente autorizada, pela lei delegada nº 10, a instituição da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), vinculada à SECT-MG. Em novembro seguinte, iniciaram-se as atividades de custeio de projetos de pesquisa, promoção de estudos de âmbito regional e nacional, concessão de bolsas de estudo no país e no exterior e promoção de intercâmbio científico com outros centros.

Mas os pesquisadores mineiros não puderam sonhar muito tempo com a implantação, no estado, de uma sólida política de C&T. Passados apenas 11 meses da posse da diretoria da Fapemig, o *Minas Gerais*, órgão oficial do estado, publicou o ato, assinado pelo governador Newton Cardoso, que exonerava os 13 membros do conselho curador e o diretor científico da instituição. Atropelando o estatuto da Fapemig, que prevê mandatos para os membros do conselho curador, o governador atestava com seu gesto o retorno do obscurantismo a Minas Gerais. Era a volta das cassações, que tanto prejuízo trouxeram em todos os campos no apogeu da ditadura militar. Conquanto Newton Cardoso nunca tivesse ouvido falar deles — como revelou à revista *Isto É* —, os exonerados são cientistas de renome nacional e internacional, que trabalhavam, sem remuneração, em prol do avanço científico e tecnológico do estado.

Deflagrada a crise, um grupo de pesquisadores solicitou a José Ivo Gomes de Oliveira, major da Polícia Militar e secretário de Ciência e Tecnologia, que interferisse junto ao governador na busca de uma solução. Nada foi resolvido. Diante do impasse, o presidente da Fapemig, Paulo Tarso Flecha de Lima, dirigiu-se pessoalmente a Newton Cardoso. Após o encontro, confidenciou a um grupo de pesquisadores que o governador prometera atender às reivindicações dos cientistas, readmitindo todos os membros do conselho curador e o diretor científico da fundação.

Até o momento, porém, o problema permanece sem solução e os pesquisadores mineiros vivem um período de grande intranquilidade. Com a crise da Fapemig, as ver-

bas empenhadas foram suspensas, vendendo o estado incapaz de cumprir compromissos assumidos com relação a bolsas, auxílios e verbas para participação em congressos e outros eventos científicos. Alguns pesquisadores estão sendo obrigados a pagar com recursos próprios o material científico que haviam adquirido tão logo informados da aprovação de seus projetos.

Indiferente aos protestos da comunidade científica do estado e de instituições nacionais — como a Academia Brasileira de Ciências, a Sociedade Brasileira de Física e a SBPC — o governador Newton Cardoso vai cozinhando o caso em fogo brando, o mesmo em que também vem sendo cozinhado o Plano Mineiro de Ciência e Tecnologia, aprovado no final de 1986 (ver “Ciência e Tecnologia em Minas: as metas precisam ser garantidas”, em *Ciência Hoje* nº 30, p. 72).

Recentemente, Newton Cardoso solicitou às universidades, escolas federais isoladas e escolas particulares do estado que apresentassem listas com sugestões de nomes para compor o novo conselho curador da Fapemig. Em reunião realizada na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais no dia 26 de maio último, os reitores das universidades e escolas federais decidiram não encaminhar essas listas, uma vez que os mandatos dos membros do conselho cassado ainda estão em vigor. Também as escolas particulares tendem a não apresentá-las. Na Assembléia Legislativa, a comissão de C&T, presidida pelo deputado Nilmário Miranda (PT), articula-se em busca de uma solução que atenda aos interesses da comunidade científica de Minas Gerais.

As reações contra o gesto arbitrário de Newton Cardoso têm aumentado em progressão exponencial. Resta agora assistir ao desfecho dessa batalha deflagrada pela incompetência no trato dos problemas de C&T que vem caracterizando a atual administração do estado. Quem vai vencer? A comunidade científica do estado — interessada na imediata reintegração dos cassados — ou os caprichos do governador? Quem viver, verá.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje, Belo Horizonte

DISTRIBUIÇÃO DE SOLOS POBRES NA COLONIZAÇÃO DE RONDÔNIA

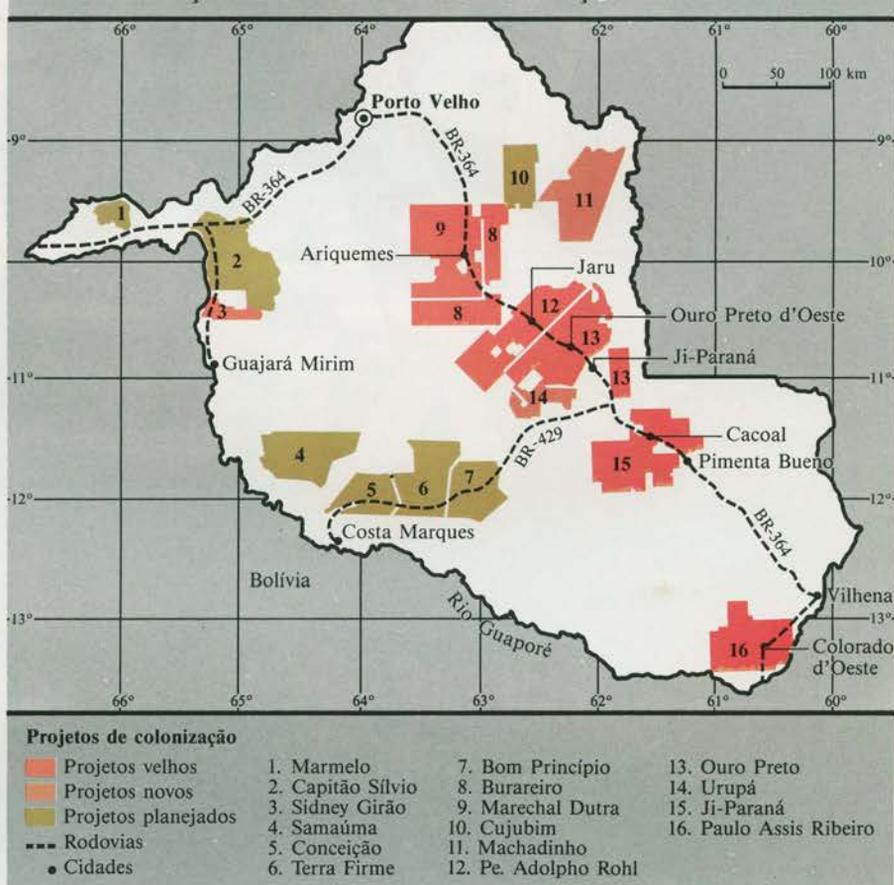
A elaboração apressada de planos de colonização — num processo em que os órgãos tecnicamente competentes só são consultados quando a decisão de implantar os projetos já foi tomada — é a tônica da política de desenvolvimento que vem sendo empreendida na Amazônia. Grandes projetos são iniciados por decisões de cúpula, e a pesquisa científica fica limitada à tentativa de minimizar os efeitos deletérios de desdobramentos que já foram decretados. A colonização que vem sendo promovida pelo governo em Rondônia é um exemplo eloqüente desse padrão de miopia política: implantam-se ali, cada vez mais, projetos em áreas provavelmente inadequadas.

Em maio de 1981, teve início o Programa de Desenvolvimento Regional do Noroeste (Polonoeste) que, financiado pelo Banco Mundial, tinha por objetivo precípuo promover o desenvolvimento econômico de Rondônia. Elemento central do programa era reconstruir e pavimentar uma importante via de acesso ao estado: a rodovia Cuiabá-Porto Velho (BR-364). Concluído o asfaltamento de seus 1.500 km, em setembro de 1984, ela foi rebatizada Marechal Rondon. A partir de então, o fluxo migratório para o estado se intensificou. Nos três primeiros meses de 1985, 15 mil famílias chegaram a Rondônia. Em julho daquele ano, 50.000 aguardavam assentamento.

O orçamento do Polonoeste para o período 1981-1985 (1,55 bilhão de dólares) destinava 57% à rodovia. O restante era assim distribuído: 23% para a colonização de novas áreas, 13% para desenvolvimento rural, 3% para serviços de títulos de terra, 3% para proteção do ambiente (aí incluídas as questões indígenas) e 0,5% para pesquisas científicas.

O empréstimo do Banco Mundial exigia um estudo detalhado das áreas e dos solos, que ficou a cargo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Numa primeira fase, esse estudo deveria abranger toda a zona de influência do Polonoeste (todo o estado de Rondônia e metade de Mato Grosso), numa escala de 1:250.000. As áreas identificadas como promissoras para colonização

1. LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE COLONIZAÇÃO EM RONDÔNIA



seriam então analisadas numa escala de 1:50.000, para se determinar sua capacidade de suporte.

Em si mesmo, o plano parecia ser uma boa maneira de minimizar os problemas que tinham marcado os projetos anteriores. Ocorre que, muito antes de os levantamentos se completarem, autoridades superiores já tinham decidido que os projetos de ocupação seriam levados adiante e escolhido locais específicos para sua implantação. Em maio de 1982, o governador de Rondônia anunciava que pelo menos 150.000 famílias seriam instaladas no vale do rio Guaporé, nos projetos de Samaúma, Conceição, Terra Firme e Bom Princípio (figura 1). Afirmava ainda que, num prazo de cinco anos, outras 150.000 poderiam ser absorvidas, “racionalmente

e sem atropelos”, em outros locais do estado.

Mais tarde, no mesmo ano, a Embrapa liberou os mapas de aptidão do solo, mas com apenas 1/4 do nível de detalhe previsto para essa primeira fase. Os mapas de 1:500.000 (Embrapa, 1982 e Comissão Estadual de Planejamento Rural — CEPARRO, 1983) revelavam que os assentamentos projetados localizavam-se em áreas de solos muito pobres. De fato, informações em escala grosseira (mapas de 1:1.000.000 baseados em imagens de 1:250.000), já disponíveis antes que esses planos fossem iniciados, evidenciavam o baixo potencial agrícola das áreas escolhidas para a implantação dos novos projetos.

O Polonoeste previa a colonização das seguintes áreas: Cujubim, Samaúma, Ter-

O Pelé já fez gol de todo tipo. Mas precisou virar um empresário de sucesso para fazer um gol de mão. E por sinal um golaço.

E que o Pelé ataca os problemas do dia-a-dia e defende o bom resultado dos seus negócios com o Cobra XPC nas mãos.

E o Cobra XPC também é craque.

Ele é totalmente compatível com o PC-XT. Logo, ele tem acesso à maior biblioteca de software que existe.

O XPC roda desde os programas mais simples como contas a receber, controle de estoques e contas correntes até programas altamente sofisticados como o CAD-CAM, passando pelas planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados, geradores de gráficos, planejadores etc.

Além de todos esses recursos, o XPC oferece a possibilidade de uso da placa SOX-PC. Com essa placa o XPC passa a rodar o sistema operacional SOX, um sistema multiusuário desenvolvido pela Cobra inteiramente compatível com o UNIX*.

Cada vez que o Pelé põe a mão no seu XPC, o que entra em campo

é a qualidade da Cobra.

A empresa que é pioneira no desenvolvimento da informática brasileira.

Que possui a mais completa linha de computadores.

Que tem mais de 20 mil máquinas instaladas em todo o país e garante, para cada uma delas, o melhor

suporte e a melhor assistência técnica. A Cobra tem mais de 700 técnicos, numa rede de apoio aos usuários que cobre todo o Brasil.

Faça como o Pelé.

Use a cabeça, ligue para a Cobra ou para um dos seus revendedores, e ponha a mão num XPC.

Não é por nada não, mas tudo o que o Pelé fez até hoje na vida - deu certo.

Pelé troca os pés pelas mãos.



Este é Cobra.

*UNIX é marca registrada da AT&T



Cobra
COMPUTADORES

ra Firme, Capitão Sílvio e Marmelo. Urupá e Machadinho eram áreas de ocupação mais antigas, que o programa financiou em 1985. Já a área de colonização de Bom Princípio foi planejada pelo Finsocial, não sendo parte do Polonoeste. Toda a colonização é executada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

Na primeira metade da década de 1970, haviam sido iniciados cinco Projetos Integrados de Colonização (PICs): Ouro Preto, Sidney Girão, Ji-Paraná, Padre Adolfo Rohl e Paulo Assis Ribeiro. Seguiram-se dois Projetos de Assentamento Dirigido (PADs): Burareiro e Marechal Dutra (os PICs asseguravam mais serviços governamentais aos colonos que os PADs). Todas essas áreas dividiam-se predominantemente em lotes de cem hectares (ha), com exceção de Burareiro, onde lotes de 500 ha foram vendidos por licitação. Nesses projetos, cada colono — como prescreve o Código Florestal Brasileiro — devia conservar a floresta em metade de seu lote. Mas nunca se fez cumprir essa exigência legal.

As iniciativas de colonização foram retomadas em 1982, quando se iniciou a im-

plantação de Urupa. Ali, as famílias receberam lotes de 50 ha. Em Machadinho, projeto iniciado em 1984, foram destinados 60 ha a cada família. No projeto seguinte, Cujubim, os lotes foram de 100 ha, assim como em Bom Princípio (projeto Finsocial) e Terra Firme. Nestes projetos, metade dos lotes fica localizada à parte, formando uma "reserva florestal em bloco". Diga-se de passagem que muitas já foram invadidas por posseiros.

Os planos para as áreas de Conceição, Samaúma e Capitão Sílvio prevêem lotes de 100 ha. Para Marmelo, prevêem-se 40 ha por família. A área total dos projetos planejados corresponde a mais de 150% da área de todos os projetos já implantados, antigos e novos.

O Banco Mundial sugeriu a redução do tamanho dos lotes nos projetos em Rondônia, para que maior número de famílias possa ser acomodado numa mesma área. Outra vantagem dos lotes menores seria o desencorajamento do uso da terra para formação de pastagem. O número sempre crescente de migrantes que chegam a Rondônia desde que a BR-364 foi asfaltada reforça a tendência a reduzir os lotes.

Com exceção de um projeto (Sidney Girão), as cinco áreas "antigas" de colonização têm solos mais férteis que os projetos mais recentes (Urupá e Machadinho) e que os planejados (Cujubim, Samaúma, Bom Princípio, Terra Firme, Capitão Sílvio e Marmelo).

Sidney Girão é um caso especial por razões geopolíticas. O projeto foi localizado fora da zona fértil, com o objetivo de ocupar a região próxima à fronteira do Brasil com a Bolívia. A área permaneceu parcialmente desocupada, mesmo quando os demais projetos implantados no estado já não podiam absorver as famílias em busca de terra. Mesmo oficialmente, reconheceu-se que os maus resultados ali obtidos se deviam à baixa fertilidade da terra.

A figura 2 permite comparar as terras dos projetos já implantados e dos planejados. As 31 categorias de aptidão detectadas nas áreas dos projetos foram englobadas em grupos maiores, apresentados em ordem decrescente de fertilidade. Os projetos foram classificados em "antigos", "novos" e "planejados", e, dentro dessas classes, arrolados em ordem de percentual decrescente de solos classificados como ▶

2. APTIDÃO DAS TERRAS NAS ÁREAS DE COLONIZAÇÃO EM RONDÔNIA

	Grupo IAB (%)	Grupo IC (%)	Grupo 2 (%)	Grupo 3 (%)	Grupo 4 (%)	Grupo 5 (%)	Grupo 6 (%)	Áreas dos projetos (km ²)
Paulo Assis Ribeiro	92,90	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	4,32	3.497,50
Ji-Paraná	44,05	3,10	14,16	12,50	0,00	14,78	11,41	4.510,00
Burareiro	42,66	15,99	28,17	0,00	0,00	0,00	13,17	2.742,00
Ouro Preto	36,99	18,49	17,57	3,46	0,00	00,00	23,49	4.011,75
Padre Adolfo Rohl	29,19	0,60	46,94	0,00	0,00	0,00	13,28	3.954,75
Marechal Dutra	17,31	39,02	30,43	0,00	0,00	0,00	13,23	3.659,00
Sidney Girão	0,00	0,00	86,09	0,00	12,46	0,00	1,45	622,00
Subtotal	42,08	13,77	24,44	3,05	0,34	3,32	12,99	22.997,00
Urupá	43,86	47,49	0,00	0,74	0,00	0,00	7,91	985,50
Machadinho	7,15	57,79	7,36	0,00	0,00	0,00	27,70	3.997,00
Subtotal	15,17	55,54	5,75	0,16	0,00	0,00	23,38	4.513,50
Samaúma	0,38	80,09	0,00	0,00	0,55	14,48	4,50	2.316,00
Capitão Sílvio	0,28	73,32	4,72	0,00	10,93	0,00	10,74	3.688,75
Bom Princípio	0,00	93,03	0,00	0,56	0,00	6,36	0,00	2.130,00
Terra Firme	0,00	72,61	0,00	0,00	3,15	15,00	9,24	3.137,50
Conceição	0,00	56,68	0,00	0,00	0,00	4,68	38,64	1.617,50
Cujubim	0,00	39,86	49,41	0,00	0,74	0,00	0,00	1.427,00
Marmelo	0,00	13,67	66,79	0,00	0,00	0,00	19,54	600,00
Subtotal	0,13	69,64	9,54	0,08	3,52	6,82	10,28	12.916,75
Percentagem da área total	24,47	37,86	17,21	1,70	1,42	4,20	13,14	100
Área (km ²)	10.380,75	16.062,00	7.303,25	721,75	602,75	1.781,00	5.575,75	42.427,25

Projeto velho

Projeto novo

Projeto planejado

Grupo IAB — solos bons para agricultura com baixo ou médio uso de insumos; grupo IC — solos bons para agricultura com alto uso de insumos; grupo 2 — solos regulares para agricultura com diferentes níveis de uso de insumos; grupo 3 — solos "restritos" para agricultura com diferentes níveis de uso de insumos; grupo 4 — solos aptos para pastos plantados; grupo 5 — solos aptos para silvicultura ou pastos naturais; grupo 6 — solos inaptos para uso na agricultura ou pecuária.

VALE PELO BRASIL.



Áreas de operação da CVRD

- MINAS DA SERRA GERAL — minério de ferro
- FLORESTAS RIO DOCE — reflorestamento
- CENIBRA — celulose
- FERMAG — ferritas magnéticas
- URUCUM MINERAÇÃO — manganês
- MINERAÇÃO RIO DO NORTE — bauxita
- ALBRÁS/ALUNORTE — alumínio/alumina
- MINERAÇÃO VERA CRUZ — bauxita
- PORTOCEL — porto
- FLONIBRA — reflorestamento
- NIBRASCO — pelotização
- HISPANOBRÁS — pelotização
- ITABRASCO — pelotização
- DOCEGEO — pesquisas minerais
- DOCENAVE — navegação
- VALESUL — alumínio

Os caminhos da Vale do Rio Doce vão dar nos pontos mais distantes do país. E nos setores mais diversos da sua economia.

Das primeiras escavações em Minas Gerais ao gigantesco Projeto Carajás dos dias de hoje, muito ferro e outros metais passaram pelas ferrovias e mares percorridos pela Vale. Mineração ainda é a principal atividade da Companhia e neste setor ela é uma das maiores do mundo. Mas, a essa atividade, somam-se inúmeras outras, concretizando uma participação cada vez mais abrangente na economia nacional.

Seja através de empresas controladas ou por meio de associação com empresas privadas, o Grupo Vale é hoje um grande e variado complexo econômico, atuando nas mais diversas áreas.

Extraíndo, produzindo, transportando, exportando e gerando divisas.

Essa é a prestação de serviços da

Vale ao país: dois bilhões de dólares de faturamento por ano e fornecimento para mais de 20 países.

As margens das ferrovias que a Vale criou para levar o desenvolvimento, nascem cidades, indústrias, escolas e empregos. E nascem também plantas e animais, já que a Vale mantém uma eficiente e funcional política de preservação da natureza.

Enquanto avança pelo Brasil, a Vale vai integrando o país. E isto vem sendo feito há 45 anos.



Companhia
Vale do Rio Doce

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

bons para a agricultura, com baixa ou média exigência de insumos (ou, na ausência de tais solos, em ordem decrescente de percentual de solos bons para a agricultura com grande exigência de insumos).

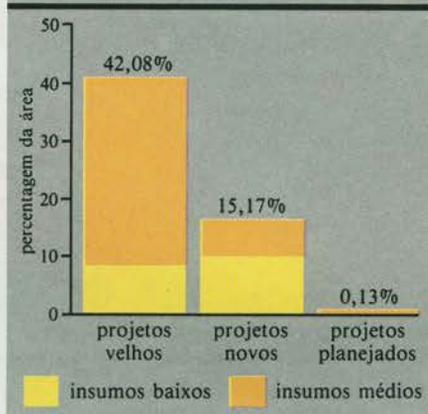
A inclusão das áreas nas várias categorias de aptidão do solo foi determinada com base em mapas da Embrapa, em escala de 1:500.000. Sobrepondo-lhes uma grade de 1 x 1 mm, contaram-se os quadrados que tinham pelo menos 50% de sua área dentro de cada unidade do mapa.

A classificação proposta pela Embrapa para avaliar a aptidão do solo exige algumas precauções. Em primeiro lugar, deve-se ter em mente que alguns dos usos da terra sugeridos são pouco realistas quando se consideram os resultados agrícolas que vêm sendo obtidos na Amazônia nos últimos anos. É questionável também a recomendação do uso de solos pouco férteis para a formação de pastos (grupo 4): eles declinam rapidamente em decorrência do decréscimo de fósforo, da compactação e da invasão por ervas daninhas. A silvicultura em solos muito pobres (grupo 5) pode também redundar em resultados insatisfatórios, como ocorreu nos solos mais pobres do projeto Jari.

É preciso ainda ter cautela ao interpretar os mapas que indicam a adequação de vastas áreas para usos que exigem desflorestamento. Não se deve inferir que se esteja preservando desmatamentos de tais magnitudes. Aliás, o desmatamento em Rondônia já cresce em taxas exponenciais em 1983 (segundo o último levantamento por satélite divulgado) — antes, portanto, da intensificação do surto migratório propiciado pelo asfaltamento da BR-346 (ver “Rondônia: sem florestas na próxima década?”, em *Ciência Hoje* n.º 19, p. 92). Os custos ambientais do desflorestamento são significativos e estão associados à escala do empreendimento (ver *Ciência Hoje* n.º 10, especial sobre Amazônia, e “Rondônia, a farsa das reservas”, em *Ciência Hoje* n.º 17, p. 90).

A pior qualidade da terra nos projetos novos e planejados é evidenciada na figura 3. O percentual médio da área classificada como “boa”, com a menor exigência de insumos, é ligeiramente mais alto nos novos projetos que nos antigos porque em Urupá há uma área de solo bom. Ainda assim, mais de 90% das terras incluem-se entre solos que não chegam a ser de ótima qualidade. O percentual de terra de qualidade pelo menos mediana sofre um declínio constante dos projetos antigos para os

3. SOLOS BONS PARA A AGRICULTURA, COM BAIXO OU MÉDIO USO DE INSUMOS



planejados. Nestes últimos, a quantidade de terra classificada como “boa” para a agricultura, com pequena ou média exigência de insumos, é insignificante (0,13%). Como os migrantes sem terra, a serem assentados nesses projetos, não poderão custear a fertilização maciça e outros insumos necessários para a cultura arável de solos mais pobres, seus esforços estarão fadados ao fracasso.

Como modo como os órgãos de governo vêm empreendendo a colonização de Rondônia, como aliás de toda a Amazônia brasileira, não atribui o devido peso a efeitos de longo prazo e mesmo a impactos de médio e curto prazos sobre o homem. Uma das conclusões a extrair do malogro dos projetos que vêm sendo implantados em Rondônia é a necessidade da rees-

truturação dos processos de tomada de decisão, de tal modo que os aspectos agromômicos, ambientais e humanos de qualquer iniciativa proposta sejam avaliados numa etapa preliminar. As avaliações devem preceder não só o início da execução das obras públicas envolvidas, mas a tomada de qualquer decisão sobre a realização do projeto em sua totalidade, aí incluída sua localização.

A pobreza dos solos dos projetos de colonização que começam a ser implantados reflete o fato de que a melhor terra para a agricultura já foi tomada. Os primeiros colonos a chegar reivindicam as melhores terras. Estradas e outras obras de infraestrutura implantadas em função dos primeiros projetos propiciam a intensificação das ondas de migração. A pressão política gerada pelo afluxo crescente de migrantes conduz à implantação de outras estradas e esquemas de colonização, com poucas chances de êxito, numa seqüência de eventos deplorável e bastante previsível.

A necessidade de encarar o fato de que Rondônia — como a Amazônia em geral — tem recursos finitos em matéria de terras agricultáveis tende a se impor, pela força dos fatos. A absorção de população e a expansão da fronteira terão, inevitavelmente, um fim, seja imposto pelas limitações naturais do ambiente, seja estabelecido por decisões humanas conscientes.

Nota: a matéria contém trechos adaptados de artigo publicado pelo autor em *Interciência* vol. 11, n.º 5, 1986.

Philip M. Fearnside
Departamento de Ecologia,
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

2954442

ASSINE CIÊNCIA HOJE

CENPES



PESQUISA, ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO.



O Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Migucz de Mello — CENPES, atuando nas áreas de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, tem uma boa folha de serviços prestados ao País.

São 627 técnicos de nível superior, entre engenheiros, químicos, geólogos e outros, que, apenas em 1984, concluíram 169 projetos. E já são 21 as unidades industriais construídas com projetos do CENPES.

Os pedidos de patentes depositados (142 no País e 178 no exterior), são outro indicador de sua intensa atividade, o que, para o Brasil, significa economia de divisas e domínio de tecnologia avançada.



PETROBRAS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

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: Editor geral: Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ). Editores: Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ) e Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ). Editor associado: César de Queiroz Benjamin.

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Antonio César Olinato (Laboratório Nacional de Computação Científica, CNPq), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Isaac Kerstenetzky (Pontifícia Universidade Católica, RJ), Joaquim Falcão (Fundação Pró-Memória, RJ), José Albertino Rodrigues (Núcleo de Pesquisa e Documentação, UFSCAR), José Carlos C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Oswaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP).

Secretaria de Redação: Evair A. Marques (coordenadora), Zairine V. Freire, Alicia Mônica A. de Palacios e Maria Luiza da Silva Mattos (secretárias).

Texto: César de Queiroz Benjamin (editor), Maria Luiza X. de A. Borges (assistente), Leny Cordeiro (revisora).

Jornalismo: Sheila Kaplan, Alicia Ivanisevich, Sérgio Portella, André Barcinski e Luísa Massarani.

Arte: Maria Regina Ferraz Pereira (diretora de arte), Patrícia Galliez de Salles (assistente de direção), Danielle Martins Prazeres e Lilian de Abreu Mota (diagramadoras), Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista).

Administração: Elsa M. Roberto Parreira, Sônia M. de Mendonça Corrêa e Álvaro Roberto S. Moraes (gerentes), Neusa Maria de Oliveira Soares, Cláudio C. Carvalho, Carlos A. Kessler Filho, Carlos L. da Silva, Maria do Rosário, Lúcia H. Rodrigues.

Assinaturas: Afonso H. de M. Pereira (supervisor), Irani F. Araújo (secretária), Roberto Valois (analista de sistemas), Sérgio Amato (assistente).

Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), M. Lúcia da G. Pereira (secretária), Genésio M. de Carvalho (chefe

de expedição), José A. Vianna, Moisés V. dos Santos, Marly Onorato, Virley Fonseca, Delson Freitas, Herculano Conceição Filho.

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

Capa: Foto Instituto de Pesquisas Espaciais — Inpe.

Colaboraram neste número: Amorim, Claudius, Gabor Geszti, Jaguar, Reinaldo, Wilson Racy (ilustração); Lena Trindade, Ricardo Pimentel (fotografia); Maria Inez Duarte Queiroz Estrada (texto).

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), Crodowaldo 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 Gallembek (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Wuffart (Faculdade de Filosofia, UFRJ), 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 (Rio Data Centro, PUC/RJ), Luis Rodolpho R. G. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moysés Nussenzevig (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 Elisio Alves de Brito (Instituto de Geociências, UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Instituto de Química, UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto B. de Carvalho — Dept. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Caixa Postal 2486, CEP 30000, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Celina Roitman, Sílvia Helena Gander — ICC/Sul, Bloco A, sobreloja, sala 301, UnB, CEP 70910, tel.: (061) 273-4780.

Sucursal Florianópolis: Walter Celso Lima — Coordenadoria de Comunicação Social, UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88000, tels.: (0482) 33-9284 e 33-9332.

Sucursal Porto Alegre: Edmundo Kanan Marques, Ida Stigger — Av. Nilo Peçanha 730, sala 501 (FACTEC), CEP 90000, tel.: (0512) 31-8973.

Sucursal Recife: Sérgio M. Resende, Clíene Vieira — 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, Itamar Vugman, Jandira Ferreira de Jesus — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, Rua Nove de Julho 1227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Marcelo Stein de Lima Souza, Vera Rita da Costa, Wilson Racy Jr. — Av. Prof. Luciano Gualberto 374 — Antigo Prédio da Reitoria, Cidade Universitária, CEP 05508, tel.: (011) 813-9233 ramal 246.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fabiola de Oliveira — Av. dos Astronautas 1758, Caixa Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos (SP), tel.: (0123) 22-9977 ramal 364.

Assinatura: Brasil (11 números): Cz\$ 750,00. 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: Cz\$ 75,00.

ISSN-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:** Grafocol Reproduções Gráficas Ltda. **Impressão:** JB Indústrias Gráficas S.A. Para publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). *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 Farah. Rua Gal. Jardim 618 - 3º andar - conj. 31, São Paulo, tel.: (011) 257-6050; 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, tendo em vista o reconhecimento de sua operosidade, do respeito pela sua pessoa, de sua liberdade de pesquisa e de opinião, bem como do 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; congregar 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, desde a sua fundação, reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm uma oportunidade ímpar de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Nestas reuniões, o jovem pesquisador encontra a ocasião própria para apresentar seus trabalhos, ouvir apreciações, criticar e comentar trabalhos de outros. Temas e problemas nacionais e regionais relevantes são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que tem ainda o direito de participar dos debates. Finalmente, assuntos e tópicos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948 por um pequeno grupo de cientistas, a SBPC reúne hoje mais de 20.000 associados, e em suas reuniões são apresentadas cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realizadas 250 mesas-redondas, cursos e conferências. Através de suas secretarias regionais, promove sim-

pósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

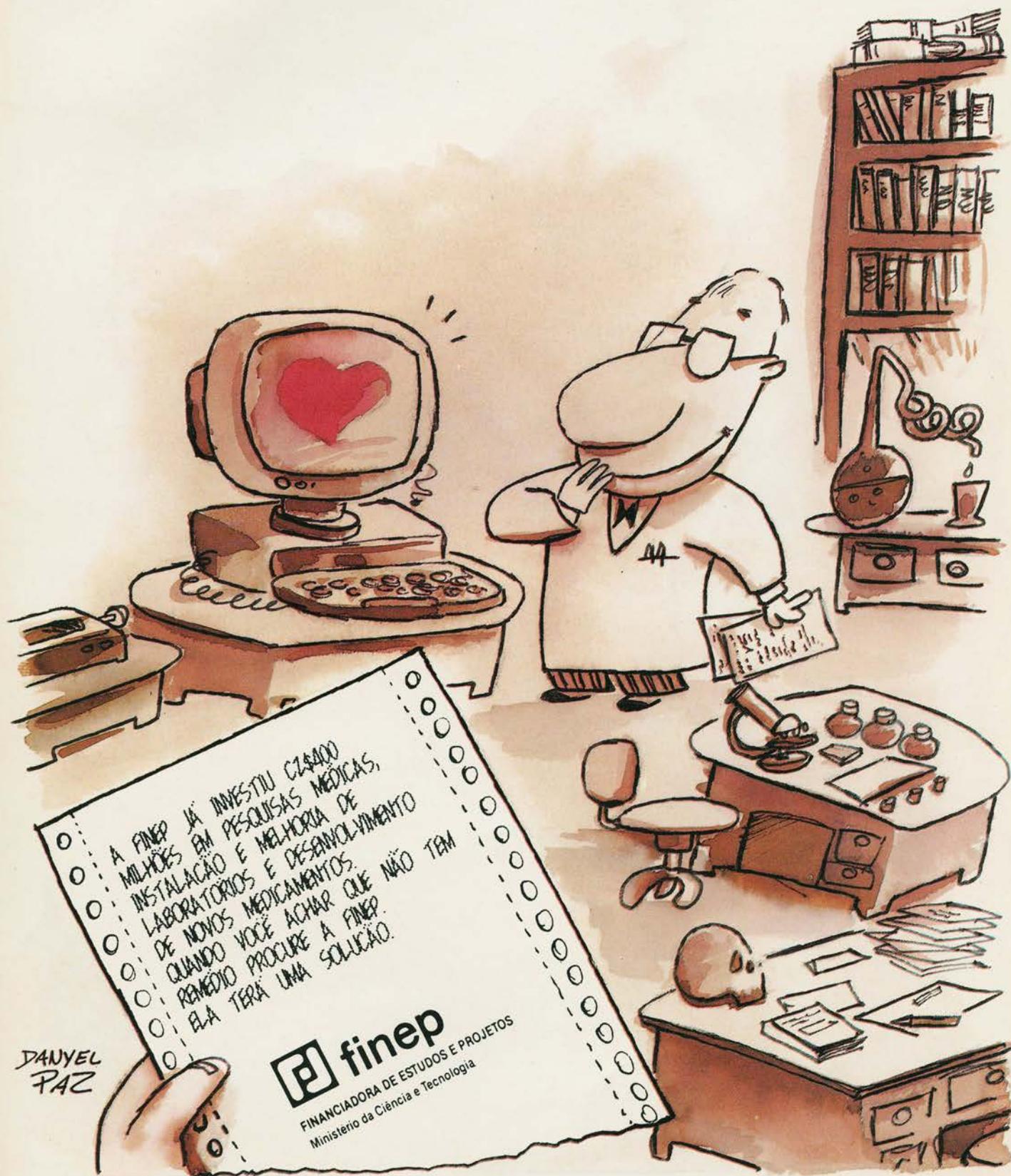
Desde o ano de sua fundação, a SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*, mensal a partir de 1972. Suplementos desta revista são publicados durante as reuniões anuais, contendo os resumos dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a SBPC tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios e reuniões que organiza periodicamente.

O corpo de associados. Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência. Para tanto, basta ser apresentado por um sócio ou secretário regional e preencher um formulário apropriado. A filiação é efetiva 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 Pedrosa de Moraes 1512, Pinheiros, São Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **Aracaju** — Universidade Federal de Sergipe, Depto. de Educação, Campus Universitário, São Cristóvão, tel.: 224-1331 ramal 331 (Ada Augusta C. Bezerra); **Belém** — Universidade Federal do Pará, Gabinete do Reitor, Campus Universitário do Guamá, C.P. 549, tel.: 229-1108 ramal 384 (Antonio G. de Oliveira); **Belo Horizonte** — Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. de Biologia Geral, Inst. de Ciências Biológicas, C.P. 2486, tel.: 441-5481 (José Rabelo de Freitas); **Blumenau** — Universidade Regional de Blumenau, Rua Antônio da Veiga 140, tel.: 22-8288 (Sálvio Alexandre Müller); **Brasília** — Universidade de Brasília, Inst. Central de Ciências, Bl. A, sobreloja, s/301, tel.: 273-4780 (João Luiz H. de Carvalho); **Corumbá** — C.P. 189, tel.: 231-2616 (Wilson F. de Melo); **Cuiabá** — Universidade Federal de Mato Grosso, Sub-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, tel.: 361-2211, ramais 210 e 166 (Miramy Macedo); **Curitiba** — Rua Gen. Carneiro 460, 5º/504, tel.: 264-2522 ramal 278 (Araci A. da Luz); **Fortaleza** — Universidade Federal do Ceará, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, Centro de Ciências da Saúde, C.P. 657, tel.:

243-1309 (Marcus Raimundo Vale); **Goiânia** — Universidade Federal de Goiás, Inst. de Ciências Biológicas, C.P. 131, tel.: 261-0333 ramal 158 (Alberto José Centeno); **João Pessoa** — Universidade Federal da Paraíba, Depto. de Biologia Molecular, Campus Universitário, tel.: 224-7200 ramal 2495 (Maria Eulália S. Grisi); **Londrina** — (seccional) Rua Rio de Janeiro 551, apto. 7 D (Ana Odete S. Vieira); **Maceió** — Universidade Federal de Alagoas, Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Praça Afrânio Jorge (Marize P. Pedrosa); **Manaus** — Inst. Nacional de Pesquisas da Amazônia, C.P. 478, tel.: 236-9400 ramal 126 (Adalberto Luiz Val); **Maringá** — (seccional) Fundação Universidade Federal de Maringá (Veslei Teodoro); **Natal** — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Depto. de Fisiologia, tel.: 231-1266 ramais 289 e 354 (Alexandre Augusto L. Menezes); **Pelotas** — (seccional) R. Benjamin Gastal 57, Areal (Morena P. Peters); **Piracicaba** — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Inst. de Genética, C.P. 83, tel.: 33-0011 ramais 252 e 249 (Margarida L.R. de A. Percin); **Porto Alegre** — Colégio Estadual Júlio de Castilhos, Bl. B, s/147, Av. Piratini 76 (Bazília Catharina de Souza); **Porto Velho** — Universidade de Rondônia, tel.: 221-5054 (Sebastião Luiz dos Santos); **Recife** — Praça das Cinco Pontas 321 (CNPq-ANE), São José, tel.: 224-8511 (Luiz Antonio Marcusch); **Rio Claro** — Universidade do Estado de São Paulo, C.P. 178, tel.: 34-0244 ramal 28 (Maria Neysa S. Stort); **Rio de Janeiro** — Av. Veneslau Brás 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Vanilda Paiva); **Salvador** — Universidade Federal da Bahia, Vale do Canela, tel.: 245-7636 (Inaiá Maria M. de Carvalho); **São Luís** — Universidade Federal do Maranhão, Programa de Imunologia, Bl. 3, s/3A, Campus Universitário do Bacanga, tel.: 232-1529 (Vera Lucia Romil Sales); **São Paulo** — Universidade de São Paulo, Depto. de Biologia, Inst. de Biociências, C.P. 11.461, tel.: 210-2122 ramal 272 (Aldo Malavai Filho); **Teresina** — Universidade Federal do Piauí, Depto. Biológico SG-1, Centro de Ciências da Natureza, Campus Ininga, tel.: 232-1212 ramal 289 (Ana Zélia C.L. Castelo Branco); **Vitória** — Universidade Federal do Espírito Santo, Depto. de Ciências Fisiológicas, C.P. 780, tel.: 227-8067 (Luiz Carlos Schenberg).

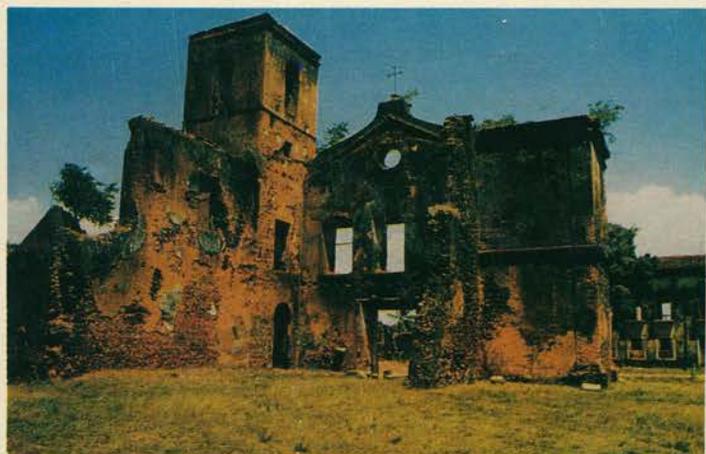
A FINEP TAMBÉM CURA





USE A CABEÇA PARA FAZER TURISMO.

PLANO BRASIL NA PALMA DA MÃO.



O Plano Brasil na Palma da Mão dá ampla liberdade a você, sem impor nada. Respeita sua sensibilidade. Você decide tudo: quando viaja, para onde viaja, o tempo que quer ficar e quanto quer gastar.

Definido isso, escolhe o hotel, entre os 200 de três a cinco estrelas em 35 cidades brasileiras que estão à sua disposição, escolhe o tipo de carro que vai alugar, os passeios que quer fazer em cada cidade e os vôos, sempre no horário que preferir. Paga tudo pelo Credi-Sem, com uma pequena entrada e o saldo parcelado em até 10 meses, com os juros mais baixos do mercado.

O Plano Brasil na Palma da Mão é operado pelo SIAV - Sistema Integrado de Agências de Viagens.

Mostre que você é um turista inteligente. Consulte o seu agente de viagens ou as lojas Vasp em todo o Brasil.



 **VASP**