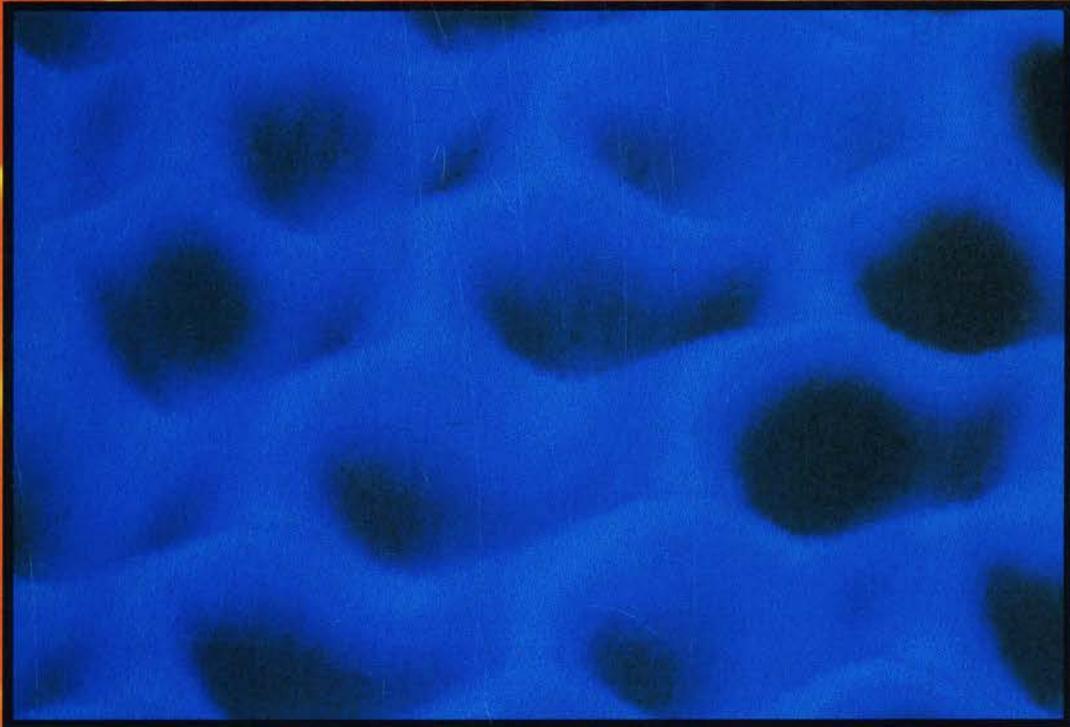


NOVO  
CH•SERVIÇOS

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOLUME 18 / NÚMERO 106 / R\$ 4,50

# CIÊNCIAHOJE

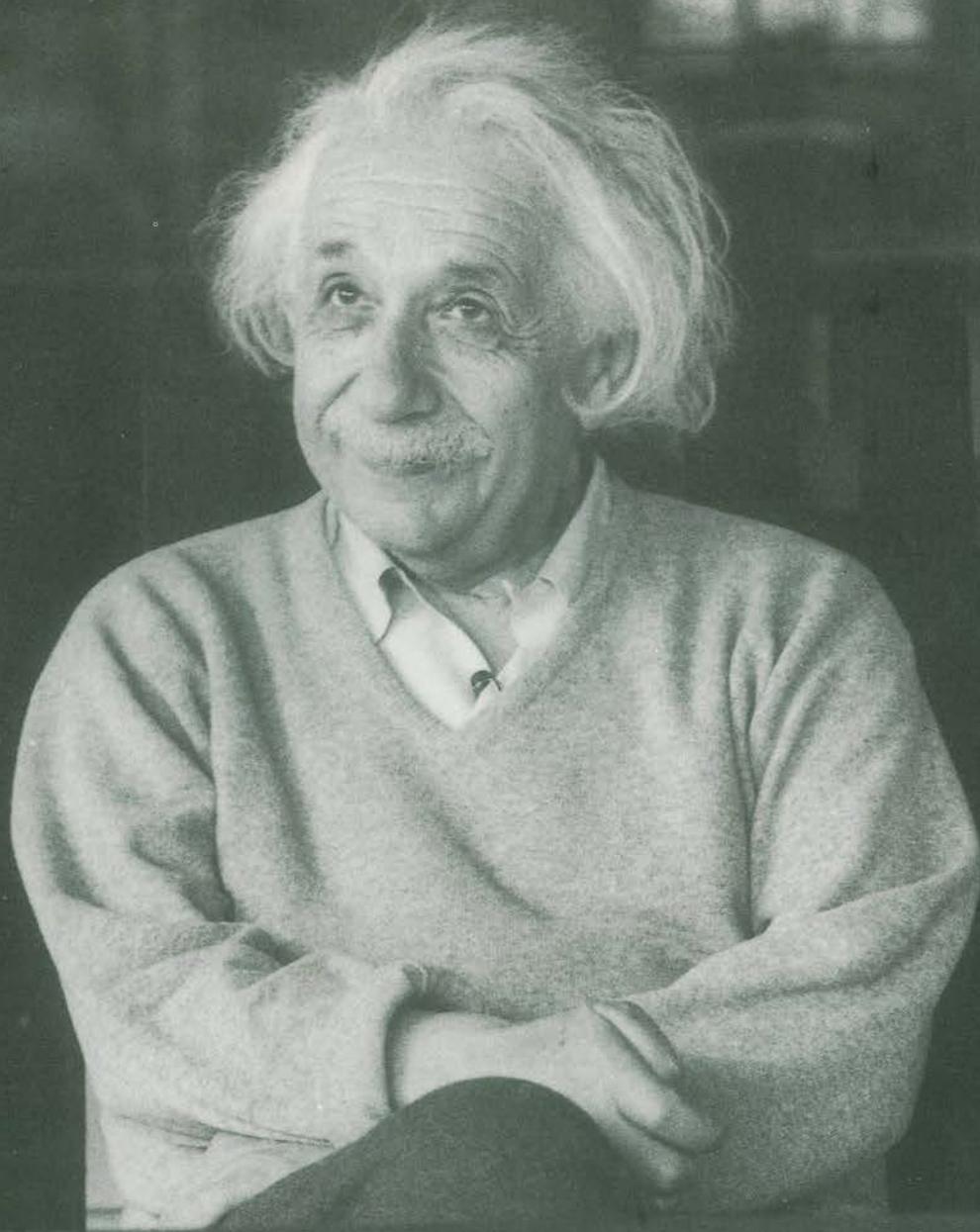


## *Nanotecnologia*

TRABALHANDO NA INTIMIDADE DO ÁTOMO

BRASIL DEVE TER  
LABORATÓRIOS  
ASSOCIADOS ?

QUANDO E ONDE  
AS FORMIGAS FAZEM  
BEM ÀS PLANTAS



**NINGUÉM  
PRECISA TER Q.I. DE GÊNIO PARA  
ENTENDER COMO É IMPORTANTE  
APOIAR A CIÊNCIA.**

**FBB**  
FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

APOIAR A CIÊNCIA É GARANTIR O FUTURO.

# A DESCENTRALIZAÇÃO EM C&T

A Constituição Federal, em seu artigo 218, inciso 5º, reza: "É facultado aos Estados e ao Distrito Federal vincular parcela de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica."

Objeto de longas negociações na Assembléia Constituinte, esta norma encerra duas importantes diretrizes políticas na área de C&T, que ganham especial relevo em época de mudança de governo, como agora.

Ela não só permite, como cria os meios necessários para o país promover efetiva descentralização das ações em C&T.

E ainda propicia a fixação de um sistema estável de repasse de recursos para o fomento ao ensino e à pesquisa, o que pode facilitar em muito o esforço de descentralização do setor.

Descentralizar a C&T significa fazer com que o governo federal não defina sua política de C&T sem levar em conta tensões e interesses gerados lá onde os conhecimentos têm aplicação real: nos programas sociais, na saúde, na indústria, na agricultura.

Significa também reconhecer as diferenças regionais, de profundas raízes históricas, e o papel indispensável da produção e uso dos conhecimentos na superação de desigualdades e conflitos.

As políticas de C&T construídas regionalmente conquistam consistência e solidez na medida em que dão curso às demandas do sistema produtivo. A definição de prioridades encontra o necessário apoio social.

A norma constitucional citada permitiu que 21 Constituições estaduais vinculassem parte da receita tributária dos estados ao fomento do ensino e da C&T. Em 13 estados, foram criadas fundações ou conselhos, para a devida utilização destes recursos. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí é a mais recente delas.

Quanto mais estáveis os recursos, melhor o funcionamento do sistema. E quanto mais instáveis, maior o risco de sua destruição.

Sabe-se que as ações em C&T, por sua própria natureza, são de longa maturação. Não raro, elas requerem tempo superior ao dos mandatos das autoridades públicas. Por isto, a regularidade no repasse de recursos é essencial para garantir o desenvolvimento e a conclusão das pesquisas. O mecanismo de vinculação orçamentária veio precisamente assegurar a continuidade do apoio ao trabalho do pesquisador, resguardando-o das mudanças político-partidárias no processo administrativo. A

determinação constitucional é (ou devia ser) imperativa para os governos estaduais. Ela expressa o compromisso da sociedade para com os programas e as atividades de longo prazo nas áreas estratégicas do ensino e da C&T.

Nos estados que implantaram uma fundação, foi significativa a participação da comunidade científica e acadêmica. A SBPC tem representante no Conselho de várias fundações.

Na maior parte dos casos, no entanto, os repasses efetivos de recursos ficaram muito aquém da exigência constitucional. Algumas fundações, com o pouco que receberam, conseguiram produzir milagres e revelaram o enorme potencial do sistema. Mesmo assim, há que se reconhecer, a experiência não se completou. A proposta de descentralização ficou a meio caminho.

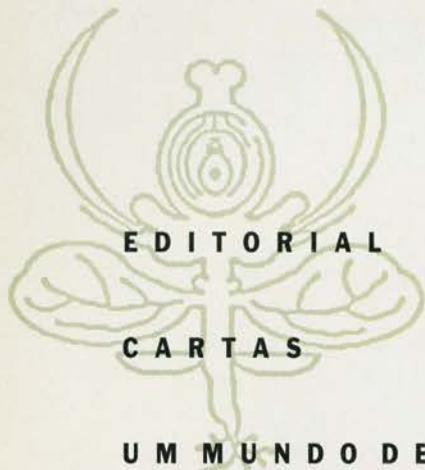
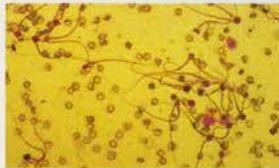
Pois é hora de retomá-la, agora que os estados têm novos governadores. Começemos por remover obstáculos já detectados. O conflito entre os governos estaduais e os conselhos das fundações (quando independentes, por estatuto) sobre critérios e prioridades no uso dos recursos pode ter esta solução: cada governo define suas prioridades, enquanto as fundações assumem a avaliação da qualidade técnica, a viabilidade e o acompanhamento dos projetos. Outro meio de cada governo estadual revitalizar o processo descentralizador é atrair as universidades e os institutos federais de pesquisas sediados em seu território para contribuir na implementação de políticas públicas no estado. As fundações podem ser vigoroso instrumento para aproveitar a competência das instituições federais na solução das mais diversas e complicadas questões locais.

A descentralização da C&T requer também que as instâncias federais responsáveis pela área se estruturam neste sentido, eliminando ou reduzindo ao máximo o centralismo burocrático e empenhando-se em conciliar seus interesses e prioridades com os interesses e prioridades dos estados.

Poucos são os exemplos de ações conjuntas em C&T de órgãos federais e estaduais voltadas para fortalecer a descentralização. Mas, é inegável que os Ministérios da Saúde, Planejamento, Fazenda, Agricultura, Educação, Minas e Energia têm poder e capacidade de sobra para estimular e multiplicar o envolvimento regional no desenvolvimento científico e tecnológico.

Descentralizar é, no mínimo, recuperar amanhã o desperdício de hoje.

**O S E D I T O R E S**

**EDITORIAL****CARTAS****UM MUNDO DE CIÊNCIA**

Cálculos computacionais reafirmam a precisão das medidas obtidas por Newton na determinação dos diâmetros dos anéis de interferência luminosa.  
Por Walter Baltensperger.

Muitos estudos científicos buscam entender as relações existentes entre os seres vivos e o verdadeiro sistema de sinalização encontrado no meio ambiente, que serve para orientar diversos animais.  
Por Darci Motta de Souza Esquivel.

**TOME CIÊNCIA**

As formigas destroem uma quantidade imensa de folhas. Mas em áreas de florestas secundárias, possivelmente, elas trazem benefício maior para a vegetação do que o prejuízo causado pelo corte de folhas.  
Por Paulo R. S. Moutinho.

Os mamíferos placentários têm muito a aprender com os marsupiais. Estes, embora produzam poucos espermatozoides, apresentam alta eficiência reprodutiva.  
Por Gualter Funk de Queiroz e José Carlos Nogueira.

**1 RESENHA****14**

Em *Apenas mais uma espécie única*, Robert Foley faz uma interpretação da história da evolução humana e oferece uma alternativa para se compreender os mecanismos ecológicos e biológicos que estão por trás do aparecimento da família hominídea.

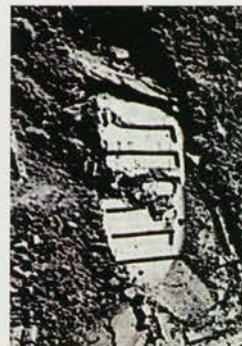
**4**

Por Marta Mirazón Lahr.

**6**

Nenhuma outra teoria científica despertou e ainda desperta tantas disputas quanto o evolucionismo. Marcel Blanc, em *Os berdeiros de Darwin*, descreve seu desenvolvimento até os nossos dias, com ênfase nos aspectos que se referem ao fenômeno humano.  
Por Ricardo Ferreira.

Em *O Doutor Benignus*, Augusto Emílio Zaluar mostra um panorama da ciência no século XIX. O leitor descobre como o homem culto da época fundamentava hipóteses científicas e outras nem tanto. Uma leitura importante para quem se preocupa com a imagem da ciência para o leigo.  
Por Jesus de Paula Assis.

**10****ENTREVISTA****18**

O físico Moysés Nussenzweig responde a uma infinidade de questões sobre o projeto dos Laboratórios Associados, que agora conta com o apoio do presidente Fernando Henrique Cardoso. Junto à entrevista, o único documento oficial a respeito do projeto, aprovado pelo Conselho Deliberativo do CNPq, no final de 1987.





## Da Ilha de Rodes para Copacabana: Imigrantes Sefaradis no Rio de Janeiro

Vivian Flanzer

Entre 1920 e 1930, judeus da Ilha de Rodes vieram para o Brasil como imigrantes. Cosmopolitas, integraram-se à vida do Rio de Janeiro, concentrando-se, basicamente, em Copacabana, bairro que, segundo eles, ajudaram a criar.

## Dispositivos eletrônicos em escala atômica 40

Eduardo C. Valadares, Luiz A. Cury

e Mohamed Henini

Dispositivos eletrônicos atômicos já são realidades práticas em vários laboratórios de pesquisa mundiais, incluindo o Brasil.

## Sexualidade das plantas

Alfredo Elio Cocucci e Jorge Ernesto de Araujo Mariath

As plantas, em seu processo de evolução e de colonização do ambiente terrestre passaram por diversas alterações em seus sistemas reprodutivos. Apesar das informações já reunidas, a sexualidade das plantas é um assunto que ainda merece muita investigação.

## DOCUMENTO

Atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PND AE).

Íntegra do Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994, em substituição ao Decreto de fevereiro de 1985, não publicado por ter sido definido como sigiloso.

**Capa:** Fotos cedidas por Vitor Baranauskas e equipe/ FEE (Unicamp).

Fundo: imagem da superfície de mica obtida por microscópio de força atômica. Destaque: rede hexagonal dos átomos de carbono no grafite feita por microscópio de tunelamento de elétrons.



## 30 : O P I N I Ã O

68

Com a abertura do país às importações, alterou-se a demanda de tecnologia. Hoje a indústria nacional tem necessidade de competir com outras empresas e a comunidade científica deve apoiar o desenvolvimento tecnológico.  
Por Isaias Raw.

## É B O M S A B E R

70

Se você escutar um zumbido forte ou vir um enxame de abelhas, procure se proteger rapidamente. Não é só no cinema que esses insetos fazem ataques assassinos.  
Por Jesús Eloy Conde.

50

As abelhas africanizadas são temidas pela agressividade com que defendem suas colméias. Mas o tempo se encarregou de mostrar que é melhor adaptar-se a elas do que eliminá-las.  
Por José Alexandre F. Diniz Filho e Osmar Malaspina.

62

Entre os Yekuana, grupo indígena que vive no estado de Roraima, instrumentos de sopro e percussão, principalmente a flauta e o tambor, eram usados para anunciar a chegada dos visitantes, e em outros cerimoniais e comemorações.  
Por Julieta Souza Silva.

## C I Ê N C I A E M D I A

80

## C H • S E R V I Ç O S

90

Novo caderno com informações práticas para quem trabalha com ciência no Brasil. Neste número:

- Principais eventos científicos previstos para 1995;
- Onde e como conseguir apoio para realizar uma pesquisa científica, no Brasil ou no exterior.

## Capoeira

Entre os artigos do nº 102 de *Ciência Hoje*, encontrei 'Da clandestinidade à academia'. Tenho que protestar, porque meu avô capoeira não era um 'nequinho vagabundo' e nem vagabundo, mesmo que reunido com outros da mesma laia, como diz o

texto: eram apenas trabalhadores lutando contra as injustiças de um capitalismo racista no curso da transição escravismo-capitalismo.

Traz fortes preocupações ver matéria relacionada com as africanidades brasileiras ser introduzida na revista da SBPC com a linguagem dos estereótipos racistas.

Minha preocupação é maior ainda devido ao momento, no qual as amarras racistas são reforçadas contra nós, em nome do fazer científico, desrespeitando na sombra a essência ética desse fazer científico.

As reflexões sobre a cultura brasileira precisam expurgar as más consciências racistas e as manifestações destas, expressas na linguagem, que em última instância serve à sua reprodução. Existe a necessidade da procura democrática e ética resumidas nos tratamentos politicamente corretos.

Peço a publicação deste protesto como alerta à sociedade científica e à própria autora contra o uso dos estereótipos classistas-racistas-sexistas e a generalização destes como todo ser afro-brasileiro assim o fosse. *Henrique Cunha Jr., professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.*

*Analisando cuidadosamente o artigo em questão, consideramos que não há nele qualquer referência ofensiva a quem quer que seja, tratando-se apenas de uma visão histórica.*

## Coração

*Ciência Hoje* é uma revista de divulgação científica ou uma revista médica?

Na edição especial sobre coração, cada artigo, individualmente, era excelente, mas a linha editorial é que fugiu ao padrão de qualidade da revista.

Num tópico como coração, eu esperava encontrar, também, artigos sobre o coração de moluscos, de anelídeos, sobre evolução e assim por diante, mas o que me veio foi uma revista inteira de doenças e cirurgias. Dou todo apoio à divulgação da pesquisa em saúde.

Entretanto, os demais campos de pesquisa foram seriamente negligenciados nessa edição. O coração abria frentes para vários estudos, mas os editores reduziram a revista a uma revista médica.

*Dario Palhares, estudante de ciência da computação, Brasília, DF.*

## Terceira Dimensão

Tenho visto nas livrarias vários livros com figuras para serem vistas em terceira dimensão. Nenhum deles, entretanto, explica qual é o processo visual que permite que aquelas imagens, aparentemente borradas, de repente saltem com nitidez da folha de papel, parecendo adquirir volume diante dos nossos olhos. Nas primeiras vezes em que procurei vê-las assim nada consegui, mas depois de várias tentativas gradativamente tive mais facilidade para perceber esse efeito visual que me despertou muita curiosidade. Qual é a explicação científica para esse fenômeno?

*Laurita Barros, Rio de Janeiro.*

*Quem responde é o professor Werther Duque-Estrada, da Universidade Federal do Rio de Janeiro:*

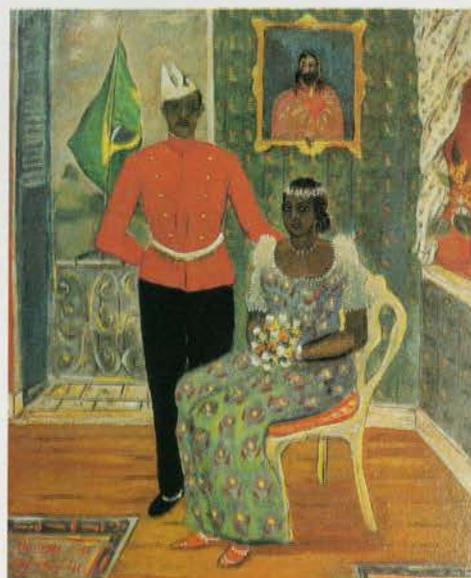




Imagem extraída do livro "Olho mágico II", Ed. Martins Fontes.

*A visão em terceira dimensão, ou visão binocular, consiste no emprego coordenado dos dois olhos para produção de uma única impressão visual mental. A fusão da imagem percebida por um dos olhos com a imagem percebida pelo outro é de aquisição tardia na série animal, só aparecendo nos primatas. Para a adequada apresentação de duas sensações uni-oculares e sua fusão em uma só imagem, é necessário que:*

*1) os campos visuais dos dois olhos se superponham, de modo a que o mesmo objeto possa ser visto simultaneamente pelos dois olhos e que o sistema nervoso central tenha organização que permita a associação das duas imagens; 2) os elementos correspondentes retino-cubiais sejam aptos a funcionar em associação; 3) os músculos extra-oculares estejam aptos a ajustar os eixos visuais de cada olho, de*

*modo a que os correspondentes elementos retino-cerebrais fiquem nas posições que correspondem às duas imagens. A binocularidade é classificada em três graus: grau 1 – é a percepção simultânea, tipo mais elementar de binocularidade, em que as duas imagens se superpõem; grau 2 – as duas imagens se fundem com alguma amplitude, porém a fusão só é mantida com certo esforço,*

*requerendo por vezes movimentos corretivos fusionais; grau 3 – é o mais alto tipo de binocularidade. Não só as duas imagens são fundidas, como também se misturam para produzir efeito estereoscópico. A verdadeira visão estereoscópica pode ser detectada pela apreciação da profundidade em figuras não idênticas. É essa visão estereoscópica que é solicitada pelas imagens dos livros a que a leitora se refere.*

# Os anéis de interferência e a precisão das medidas de Newton

Na edição de 1730 do livro *Optiks* de Sir Isaac Newton (1642-1727) encontram-se descrições cuidadosas das medidas dos diâmetros de anéis de interferência luminosa. Hoje, com os métodos modernos, as medidas de comprimentos de onda são muito mais exatas, e servem para validar a precisão das medidas de Newton, como mostram os estudos dos físicos suíços Markus Fierz e Martin Fierz, avô e neto.

Os anéis de Newton aparecem quando uma lente convexa é posta num vidro plano. Se o leitor tentar isso com uma lente de leitura, não vai vê-los, porque são pequenos demais. Newton usava duas lentes de telescópio com raios de curvatura de 90 54/55 e 91 8/11 polegadas. Raios de mais de dois metros, portanto. Assim

ele podia ver os anéis a olho nu.

Esses raios foram determinados pela distância focal, e o índice de refração indicado como  $n = 17/11$ , que é o do vidro. Os anéis aparecem por causa da interferência de raios refletidos, uma ou mais vezes, entre o vidro plano e a lente.

Newton mediu o quinto anel escuro usando um compasso na superfície superior da lente. Ele corrigiu a medida com um fator que depende da distância do olho, da espessura da lente e do índice de refração. Finalmente considerou que a posição do olho tinha um desvio de  $4^\circ$  em relação à vertical, e com isso chegou a um fator de correção de 0,9976. Fica assim demonstrada a intenção de Newton de trabalhar com uma precisão de 0,1 por cento (ou de 1 por 1.000). O diâme-

tro do anel determina a distância ( $d$ ) entre o vidro plano e a lente. Traduzido para o sistema de unidades cgs (centímetro, grama, segundo),  $d = 0,00014267$  cm.

Como obter um valor de  $d$  para comparar com o de Newton, a partir de técnicas modernas?

Newton usava a luz do dia. A distância exata em que os anéis aparecem depende da sensibilidade dos olhos para as cores. A visão das cores resulta das diferentes respostas de células visuais da retina a três cores primárias. Uma tabela do *Handbook of Chemistry and Physics* fornece a estimulação relativa das três sensações primárias de cor em função da componente da luz do dia de comprimento de onda  $\lambda$ .

Somando as estimulações

relativas às três sensações, os Fierz obtêm a sensibilidade  $E(\lambda)$ . A partir de cálculos teóricos, chega-se, para a luz monocromática, a  $J_\lambda(D)$ , que representa a intensidade da luz refletida por uma camada de ar de espessura  $D$ , entre dois vidros de índice de refração  $n$ .

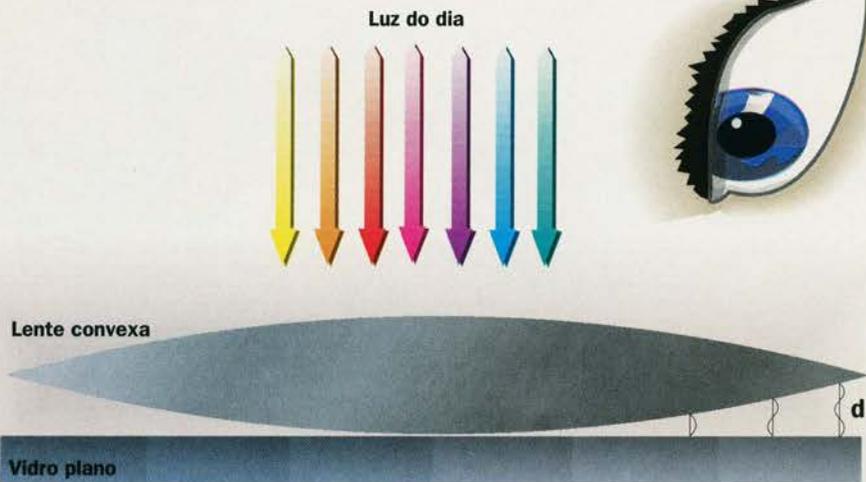
Usando um computador, os autores calculam numericamente a integral  $\int E(\lambda) J_\lambda(D) d\lambda = H(D)$ . Com isso obtêm valores da claridade  $H(D)$  para as diferentes variações de  $\lambda$ .

Essa claridade  $H(D)$  tem máximos e mínimos que não são distribuídos regularmente. O quinto mínimo corresponde a uma espessura  $D$  de 0,000142250 cm. A diferença em relação ao valor obtido por Newton é somente de 3 por 1.000. Para os Fierz isso era uma surpresa, porque eles esperavam uma diferença bem maior.

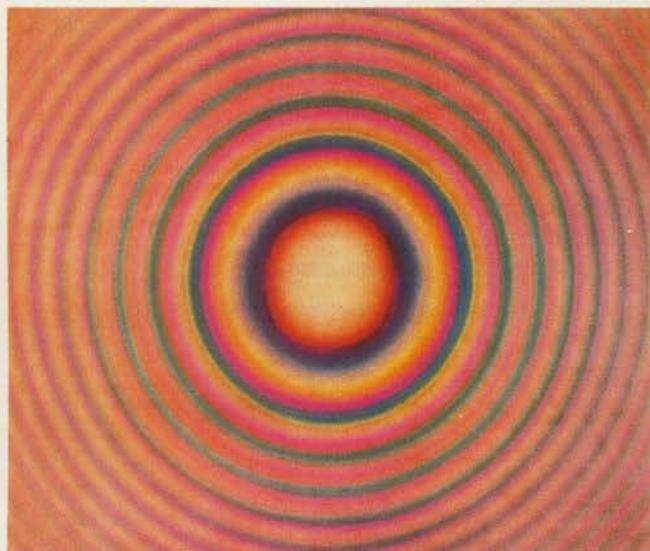
A discussão dos vários erros que entram nessa comparação indica que Newton mediu o diâmetro do anel com uma precisão de 2 por 1.000, quer dizer com 1/100 mm, ou seja, uma precisão ainda maior.

Será que uma medida dessas é possível a olho nu?

A olho nu, o observador que fez maiores exigências de precisão foi o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). Com um sextante, ele mediu a posição de nove estrelas fixas, que eram pontos



**Figura 1. Experiência de Newton. Quando a luz incide sobre uma lente convexa em contato com um vidro plano, anéis de Newton aparecem perto do ponto de contato. A intensidade da luz de comprimento de onda  $\lambda$  refletida é mínima nos pontos onde a distância  $d$  entre os dois vidro é um múltiplo de  $\lambda/2$ .**



**Figura 2. Anéis de Newton como aparecem com a luz do dia.**

de referência para determinar a posição dos planetas. Indicou as coordenadas dessas estrelas fixas com a precisão de 5 segundos de arco, ou na medida de arco  $1/40.000$ . Comparando com determinações modernas, e considerando o movimento conhecido dessas estrelas, o erro de Tycho Brahe é de 24 segundos de arco. Um resultado notável, em vista da magnitude dos ângulos.

Para comparar essa precisão com a da medida de Newton, é necessário exprimi-la em ângulo. Newton mediu um anel com um diâmetro de  $1/5$  polegada a uma distância de 8 polegadas, o que representa um ângulo de  $1/40$  de raios. Um milésimo daquilo é  $1/40.000$ , quer dizer justamente a precisão de Tycho Brahe.

Newton também examinou anéis com luz monocromática, decompondo a luz de um raio de sol que deixou penetrar em uma sala escura. Assim pôde ligar um comprimento às cores. Ele partia de uma teoria corpuscular da luz e usava o nome

'*length of fit*' (comprimento de acesso) para esse comprimento. Hoje a expressão comprimento de onda seria mais apropriada. Essas medidas somente foram superadas depois que Joseph von Fraunhofer inventou a rede de difração, em 1885, um instrumento que transformou a espectroscopia numa ciência de alta precisão.

\* A ser publicado na *Helvetica Physica Acta* (1995).

**Walter Baltensperger**

*Swiss Federal Institute of Technology ETH - Zurique, Professor Visitante do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq.*

# Orientação magnética em formigas

Nas últimas décadas, têm-se intensificado os estudos científicos sobre as relações existentes entre os seres vivos e o meio ambiente. O meio ambiente tem um verdadeiro sistema de sinalização, reconhecido e usado pelos animais, dos insetos às baleias, e até pelos microorganismos para sua orientação e navegação.

O campo magnético terrestre é um dos sinais que sempre esteve presente, acompanhando o desenvolvimento da vida na Terra. Muitas observações já comprovaram sua influência no comportamento de microorganismos, moscas, peixes, cetáceos, abelhas, pombos, aves migratórias, roedores e mamíferos, incluindo o homem. No entanto, não se compreende ainda como funcionam esses mecanismos de orientação e

de navegação, a não ser no caso dos microorganismos magnetotáticos. Esses microorganismos produzem no interior do citoplasma, partículas magnéticas de magnetita ou de sulfeto férrico. Isso faz com que se comportem como 'bússolas microscópicas vivas', que se orientam no campo magnético.

No caso de formigas, existem mais de 12 mil variedades no planeta. Basta dizer que, em um quilômetro quadrado das nossas florestas tropicais, existem mais espécies de formigas do que de primatas no mundo inteiro. Para esses milhares de espécies, a descoberta de alimento e seu transporte aos ninhos apresenta uma grande variedade de adaptações. A estrutura típica de cada montículo do formigueiro mostra vários túneis subterrâneos



**Figura 1. Alguns dos invasores são menos inócuos do que as centopéias. Aqui, uma larva de besouro, equipada com glândulas e capaz de imitar o odor das formigas, consegue que uma operária a alimente. Quando a larva de besouro não obtém alimento das formigas adultas, ela come as larvas de formigas.**

FOTO CEDIDA POR MOYSES NUSSENZEIG

FOTO EXTRAIDA DE J.L. GOULD, ETHOLOG

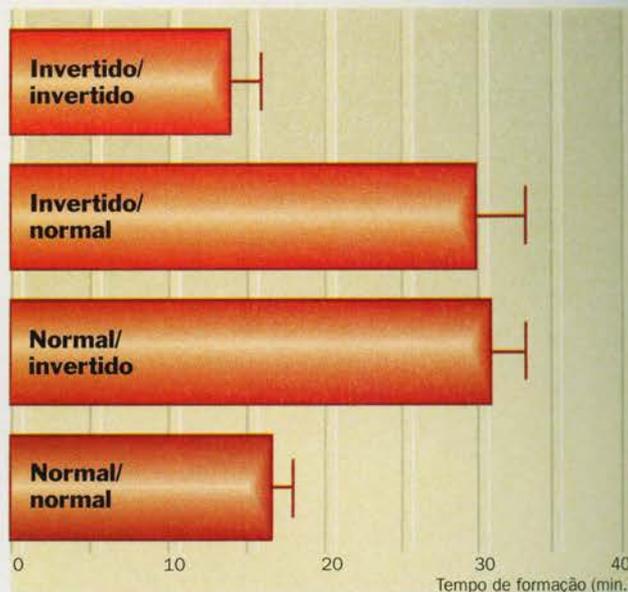


**Figura 2.** A maioria das espécies de formigas deixa uma trilha de feromônio que vai das fontes de alimento aos seus ninhos. a) Uma formiga-do-fogo marca sua trilha arrastando sua antena no chão. b) A trilha (aqui marcada sobre uma placa esfumada) orienta as operárias em sua busca por alimentos.

que partem do centro e se irradiam para as várias saídas por onde as formigas chegam à superfície.

A primeira parte desse processo, que é a procura de alimentos, cabe às formigas 'escoteiras', que deixam o ninho e exploram uma área em busca

de recursos, fazendo voltas em um padrão irregular. Encontrando-os, elas se orientam e retornam para chamar reforços. Para isso, deixam uma trilha marcada por feromônios, odores característicos de cada colônia, que servem para identificação do ninho e de seus



**Figura 3.**

membros e são produzidos por glândulas especializadas localizadas no ferrão das formigas. (ver 'A linguagem dos odores', *Ciência Hoje* nº 35). Essa trilha é feita na direção aproximada da saída do túnel, independentemente das voltas feitas antes ao acaso. Os reforços são for-

mados pelas 'operárias', que são as carregadoras das grandes quantidades de comida. Esse recrutamento das operárias constitui a segunda parte do processo. Estudando esse retorno ao ninho, verificou-se que ele se baseia em vários mecanismos de astronavega-

N O T A S

**Computação com ADN**

Em 1959, o americano Richard Feynman, mais tarde Prêmio Nobel de Física, discutiu a possibilidade de construir um computador 'submicroscópico'. Apesar dos avanços em miniaturização, isso ainda permanece um desafio. Entretanto, Leonard Adleman, da Universidade da Califórnia do Sul, mostrou que é possível usar moléculas de ADN para resolver um problema computacional difícil.

O problema foi o de encontrar um caminho num

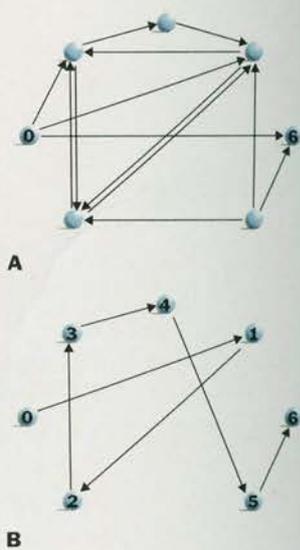
chamado 'gráfico hamiltoniano direcionado', formado por vértices ligados por setas (ver figura). O caminho tem de passar por todos os vértices, mas apenas uma vez por cada um deles. Esse problema pertence a uma certa categoria chamada 'NP (Não-Polinomial) completa', considerada geralmente como intratável num computador usual.

Leonard M. Adleman, da Universidade da Califórnia do Sul (EUA), representou cada vértice por um 'oligonucleotídeo', que é uma molécula de ADN sintética, contendo uma dada seqüência. Uma li-

gação entre dois oligonucleotídeos corresponde à passagem entre os vértices representados por eles. Assim, a solução do problema é representada por uma única molécula de ADN, que contém ligações que satisfazem às condições impostas.

Para selecionar o 'ADN-solução' entre os bilhões formados por reações de ligação que ocorrem em paralelo, usa-se a técnica do PCR (reação em cadeia de polimerase) para amplificação.

Embora o gráfico resolvido por Adleman ainda seja relativamente simples, o método abre



**Figura. a) Problema apresentado. b) Solução do problema para ir do vértice 1 ao vértice 6.**

FOTO EXTRAÍDA DE J.L. GOULD. ETHNOLOGY

ção, como polarização da luz, bússola solar, marcas feitas na área, além de usar a visão, a química olfativa etc.

Surge agora um novo resultado sobre a influência do campo geomagnético no comportamento de formigas da espécie *Solenopsis invicta*, em trabalho realizado pelos pesquisadores J.B. Anderson e R. K. Van der Meer.\* Esse estudo evidencia a capacidade de orientação geomagnética na espécie *Solenopsis invicta*, explicando porque elas conseguem descobrir e transportar comida em condições de completa escuridão. Talvez esse mecanismo seja ainda mais importante no interior dos subterrâneos escuros da colônia.

Essas formigas são um modelo exemplar para o estudo desse processo: suas colônias adultas têm cerca de 200 mil operárias e um só de seus formigueiros pode ter noventa

montículos por hectare, o que exige meios muito sofisticados para manter uma grande-biomassa. Esse processo foi pouco estudado nos últimos anos, mas observou-se minuciosamente como essas formigas recrutavam as operárias, bem como a química associada a esse comportamento.

A experiência feita foi medir o tempo gasto na formação da trilha pelas escoteiras de colônias maduras, criadas em laboratórios e isoladas de todos os outros possíveis sinais de orientação. Para isso, os pesquisadores colocaram bobinas geradoras de um campo magnético que produzisse um campo final com a mesma intensidade que o campo geomagnético local, mas com sentido contrário. Assim, quando esse campo criado era ligado, as formigas estariam sob o efeito de um campo magnético exatamente igual ao campo mag-

nético local, mas invertido.

As colônias testadas passaram por um período de adaptação antes da colocação do alimento. Quatro situações diferentes foram testadas: no primeiro caso, a colônia tinha o período de adaptação sob a influência do campo magnético invertido. Após a colocação do alimento, o campo continuou o mesmo ou foi alterado para campo normal. No segundo caso, o período da adaptação foi feito com o campo normal e, após colocar o alimento, o campo ficou o mesmo ou foi invertido.

Os autores observaram que, quando o campo se mantém após a colocação do alimento, não importando se é normal ou invertido, o tempo de fazer a trilha é o mesmo nos dois casos. Mas, se o campo for mudado logo após a colocação do alimento, as escoteiras gastam o dobro do tempo para retornar

ao ninho, não importando qual seja o campo de aclimação.

A conclusão é que também as formigas estão incluídas no grupo de organismos com senso magnético. Seu mecanismo sensorial, entretanto, não é claro. Baseados no conhecimento atualmente existente sobre outros organismos desse grupo, os pesquisadores sugerem que o material magnético responsável pela orientação seja a magnetita.

\* *Naturwissenschaften*, nº 80, pp. 568-570 (1993).

#### Darci Motta de Souza Esquivel

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq.  
Departamento de Matéria Condensada e Espectroscopia.

grandes perspectivas computacionais. A codificação de toda a informação numa única molécula e a eficiência energética do processo são muitas ordens de grandeza superiores às de computadores convencionais.

Além disso, sugerem relações intrigantes entre computação, ADN e os mecanismos de processos biológicos complexos.

*Scienza*, vol. 266, pp. 993 e 1021 (1994).

#### Novos modelos da origem da vida

Duas equipes, uma do Instituto de Pesquisas Scripps, da Ca-

lifórnia (EUA) e outra da Universidade de Freiburg (Alemanha), construíram sistemas 'biomiméticos', em que ácidos nucleicos se multiplicam *in vitro*, na ausência de enzimas, contribuindo assim para a formulação de modelos possíveis de como surgiu a vida na Terra há 4,5 bilhões de anos.

Uma hipótese plausível é que o ARN se tenha formado antes do ADN, tendo também atividade catalítica. No final de 1993, foi demonstrada a formação de pequenos polímeros de nucleotídeos, os oligonucleotídeos, por catálise mineral. O agente catalítico é uma argila

natural ácida, sobre a qual os nucleotídeos se fixam antes da polimerização.

Entretanto, também é necessário encontrar um mecanismo plausível de replicação dos ácidos nucleicos na ausência de enzimas. A equipe da Califórnia partiu de uma dupla hélice de ADN e acrescentou oligonucleotídeos que formam com ela uma tripla hélice. O novo fragmento formado se separa da dupla hélice e coordena a formação de oligonucleotídeos complementares, resultando numa nova dupla hélice idêntica à inicial. Tem-se assim um

mecanismo de multiplicação do ADN na ausência de enzimas.

A equipe alemã desenvolveu um outro sistema capaz de auto-replicação. Partindo de dois oligonucleotídeos, estudou a síntese de quatro pequenos ácidos nucleicos, mostrando tratar-se de um processo autocatalítico.

Esses resultados demonstram que a replicação de ácidos nucleicos fora de uma célula é um processo possível, acrescentando novas peças para a resolução do quebra-cabeças da origem da vida.

*La Recherche*, nº 270, p. 1203 (1994).

# ACABAR COM A SAÚVA, MAS NEM TANTO

Paulo R. S. Moutinho, pesquisador do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Pará, e do convênio UFPA/ The Woods Hole Research Center, alerta para o perigo de se encarar as saúvas como grandes vilões e condená-las ao extermínio total. Isso é, pelo menos, fechar os olhos para os possíveis benefícios que esses insetos podem trazer em determinadas situações ou ambientes.

Não se pode negar que as saúvas (*Atta spp*) representam uma praga de grande importância para a agricultura e o reflorestamento no Brasil, chegando a se transformar em ditado popular a frase “ou o Brasil acaba com a saúva ou a saúva acaba com o Brasil” (ver ‘As formigas cortadeiras’, *Ciência Hoje*, nº 35 e ‘Acabar com a saúva sem acabar com o Brasil’, *Ciência Hoje*, nº 90).

Esses insetos, realmente impressionam pelo volume de folhas que podem cortar, as quais são utilizadas como substrato para o crescimento de um verdadeiro jardim de fungo que serve para alimentar a colônia. Os ninhos podem ter proporções gigantescas, alguns com mais de 50 m<sup>2</sup>, e conter cerca de 3 milhões de formigas. Em muitas áreas chegam a existir mais de 10 ninhos maduros por hectare. Mas as saúvas também podem representar benefícios para alguns ambientes, como parece ser o caso das florestas secundárias na Amazônia.

Na região de Paragominas, nordeste do Estado do Pará, estão sendo realizados estudos sobre o impacto das formigas cortadeiras (especialmente *Atta sexdens*) e sobre os processos de recuperação florestal em áreas de pastagens degrada-



**Figura 1.** Área de pastagem degradada (à direita) e de floresta secundária em processo de sucessão (à esquerda), na Fazenda Vitória, Paragominas, Estado do Pará. As árvores mais altas ao fundo pertencem à floresta primária.



**Figura 2.** Perfuração de poço no centro de um ninho de *Atta sexdens*. Os poços estão sendo escavados até uma profundidade de cinco metros.

das, isto é, pobre em nutrientes. Nessas áreas, diferentes espécies de formigas, inclusive as saúvas, interferem nos mecanismos de sucessão vegetal (ver ‘Formigas e Floresta’, *Ciência Hoje*, nº 88 e ‘Restauração da floresta em pastagens

degradadas’, *Ciência Hoje*, nº 76).

As formigas atuam como barreiras à recuperação florestal, pela predação de sementes e plântulas. Apesar disso, os estudos indicam que em florestas secundárias, crescendo anteriormente onde foi

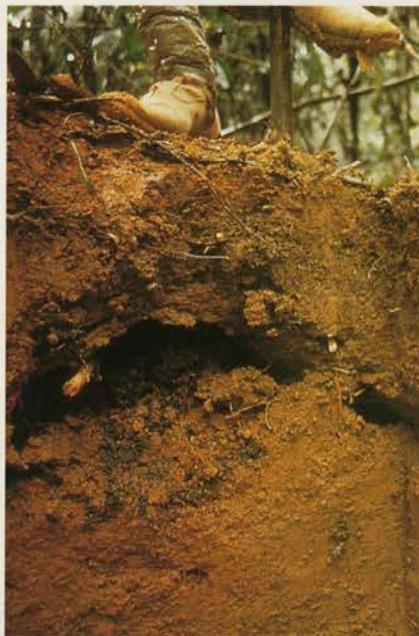
pastagem (figura 1), as saúvas podem favorecer o crescimento das plantas, devido a mudanças na estrutura física e química do solo.

Os estudos de campo estão sendo realizados em uma estação de pesquisa localizada na Fazenda Vitória, próxima à cidade de Paragominas. Ninhos de *Atta sexdens*, uma espécie muito abundante na região, estão sendo escavados em uma área de floresta secundária com cerca de 16 anos de idade. No centro de cada ninho, estão sendo perfurados poços com profundidade de até cinco metros (figura 2), que expõem os diferentes tipos de câmaras (figura 3).

Alguns dados e medidas sobre a estrutura física do solo desses poços estão sendo comparados com o de outros escavados em áreas sem a influência das formigas. Os resultados dessas medidas, mostraram que o solo na área do ninho é, em média, 10 vezes mais 'fofo', mesmo em profundidade maiores que três metros, do que o solo pesquisado em áreas distantes dos ninhos. Além disso, o material estocado dentro das câmaras de lixo (que contém formigas mortas e restos de vegetais e fungo) é cerca de 15 vezes menos resistente à penetração que o solo imediatamente ao lado. Essa menor resistência facilita o crescimento de raízes finas (estruturas vitais para a captura de nutrientes e água pelas plantas).

As medidas de densidade e de raízes (número de raízes por centímetro quadrado da parede do poço), tomadas dentro das câmaras de lixo, foram, em média, 10 vezes maior, comparando-se com o solo ao lado da câmara. A biomassa de raízes grossas (mais de 2mm de diâmetro) foi significativamente superior na área do ninho.

Essa é, certamente, a primeira vez que medidas de concentração de raízes são realizadas em ninhos de formigas cortadeiras que constroem câmaras subterrâneas, e os resultados indicam que as saúvas podem facilitar o crescimento de estruturas vegetais.



**Figura 3. Câmaras de fungo. Este tipo de câmara é mais abundante entre zero e um metro de profundidade.**



**Figura 4. Poço perfurado em uma área sem a influência de ninhos de *Atta sexdens*. Note como as paredes são mais lisas, sem irregularidades.**

Outro benefício para a vegetação, que o trabalho está revelando, refere-se ao aumento da fertilidade do solo, em função das atividades das formigas. A decomposição da matéria orgânica (folhas) carregada pelas formigas para o

interior do ninho, bem como a do lixo depositado (formigas mortas, restos de vegetais e fungo) em cavidades subterrâneas, aparentemente muda o balanço de cargas químicas negativas e positivas do solo. Isso significa que há um efeito sobre a capacidade de trocas de cátions (CTC) do solo, fator relacionado diretamente com a fertilidade.

A comparação entre o material retirado do interior das cavidades dos ninhos e amostras retiradas do solo ao lado revelaram que o material da câmara apresenta uma carga negativa. Por outro lado, amostras de solo fora das câmaras, apresentaram carga positiva. Uma maior carga negativa representa uma maior capacidade do solo de reter nutrientes, isto é, cátions tais como Cálcio, Magnésio, Potássio e Fósforo, tornando-os disponíveis para as plantas.

Chega-se assim à hipótese de que a matéria orgânica estocada pelas formigas, dentro das câmaras, aumenta a carga negativa do solo, aumentando a sua fertilidade e facilitando a recuperação da floresta em áreas degradadas.

O estudo, que conta com a participação de Daniel Nepstad e Eric Davidson, ambos pesquisadores do The Woods Hole Research Center, USA, deve continuar por dois anos. Esperamos no final desse prazo ter respondido a várias questões sobre a importância das formigas cortadeiras para a recuperação da floresta Amazônica. Apesar de saúvas cortarem um grande volume de folhas, reduzindo a capacidade de fotossíntese e, portanto, a taxa de crescimento das plantas, acreditamos que a influência de *Atta sexdens*, sobre o solo em áreas de florestas secundárias, deve promover um benefício maior para a vegetação do que o prejuízo causado pelo corte de folhas.

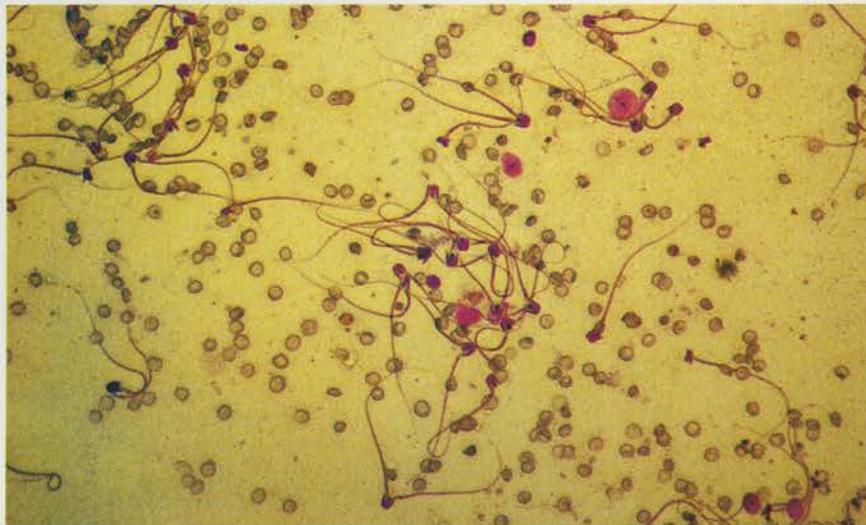
Possivelmente, no futuro, será importante manejar populações de formigas cortadeiras, aproveitando seus benefícios para os sistemas de produção agrícola, como alternativa ao seu simples extermínio.

# ATIVIDADE TESTICULAR DO GAMBÁ *D. ALBIVENTRIS*

Os mamíferos em geral inseminam suas fêmeas com muitos milhões de espermatozoides. Para se ter uma idéia da magnitude desses números, o homem, considerado modesto na produção de tais células, ejacula cerca de 170 milhões de espermatozoides de uma só vez. Mas essa extravagância não é observada, por exemplo, no gambá, que mesmo produzindo poucos gametas, é um animal reconhecidamente prolífico. Gualter Funk de Queiroz e José Carlos Nogueira, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, apresentam novos resultados de seus estudos sobre a biologia reprodutiva desses animais.

A quantidade de espermatozoides que uma espécie pode liberar numa ejaculação depende, além do tamanho de seus testículos, de fatores como ritmo de produção desses gametas (produção espermática diária) e capacidade de armazená-los nas vias espermáticas. Levando-se em conta que a frequência das ejaculações influencia apenas o armazenamento, conclui-se que o critério que realmente define a eficiência da produção de espermatozoides é a produção espermática diária.

Com a finalidade de obter dados morfológicos e funcionais dos testículos do gambá *Didelphis albiventris*, examinamos, no Laboratório de Reprodução Animal do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, a secreção de testosterona do animal nos períodos de acasalamento e não-acasalamento e a produção espermática diária. Os dados preliminares sobre a biologia reprodutiva da espécie estão relatados em trabalho (ver "Reprodução



Secção da cauda do epidídimo do gambá *D. albiventris* com espermatozoides (em sua maioria pareados) e hemácias.

do gambá *D. albiventris*, publicado em *Ciência Hoje* nº 53, p. 8).

A análise dos níveis de testosterona, feita pela técnica de radioimunoensaio, revelou que a secreção é elevada apenas no período de acasalamento, sendo importante para manter a libido e preparar o sistema genital do macho, especialmente as glândulas genitais acessórias (próstata e bulbo-uretrais), para a reprodução. A produção de espermatozoides mantém-se em níveis constantes durante todo o ano, indicando que, no gambá, a sazonalidade reprodutiva é apenas hormonal.

Há vários métodos para se calcular o número de espermatozoides produzidos diariamente por uma espécie. O mais simples e que pode ser empregado no animal vivo é o da contagem de espermatozoides em ejaculados colhidos em intervalos regulares de tempo. Para obter números confiáveis, é necessário desprezar os primeiros ejaculados, visto que nos mamíferos as vias espermáticas têm capacidade de armazenar a produção por um

período de até 14 dias. Esse método, embora simples, não é aplicável a animais silvestres, por exigir preparação sexual do macho. Outros processos, como a canulação das vias espermáticas ou sua ligação com a bexiga, também não se aplicam ao gambá. A canulação, além de restrita a animais de grande porte, pode provocar lesões traumáticas. A ligação a bexiga leva frequentemente a contagens inexatas, já que nem todos os espermatozoides são recuperados.

Empregamos os métodos histológico e hemocitométrico. Pelo método histológico, são contadas em lâminas as células que se encontram em processo de diferenciação para dar origem aos espermatozoides. O método hemocitométrico é assim designado pelo fato de a contagem dos espermatozoides ser feita em câmaras utilizadas para células sanguíneas. Nesse caso, o testículo ou parte dele é triturado em liquidificador numa solução salina. As células a serem contadas são as cabeças de espermatozoides e suas precursoras

imediatas (espermátides), que resistem à violência da homogeneização graças à alta compactação de seus núcleos. O cálculo da produção espermática diária, seja pelo método histológico ou hemocitométrico, requer a avaliação prévia da duração da espermatogênese.

Os resultados obtidos revelam que o gambá, a exemplo de outros marsupiais, tem uma produção espermática diária muito baixa. Isso se deve ao fato de seus testículos possuírem poucas células-tronco (espermatogônias) para formar os espermatozoides e ao extenso período de tempo gasto nessa transformação: 78 dias, um recorde entre os mamíferos já estudados. Para compensar a escassez de espermatogônias, a espermatogênese do gambá ocorre quase sem sofrer perdas. Em outros mamíferos, as degenerações são frequentes e, às vezes, elevadas.

A consequência imediata da baixa produção espermática diária é o número relativamente pequeno de espermatozoides disponíveis para a ejaculação. Trabalhos feitos com o gambá norte-

americano *Didelphis virginiana* mostram que suas vias espermáticas acumulam poucos espermatozoides, aproximadamente 26 milhões. Esse valor, apesar de aparentemente alto, é pequeno se comparado com os encontrados em outros mamíferos, inclusive nos marsupiais australianos.

Para explicar esse sucesso reprodutivo com tão baixa produção espermática, supõe-se que os espermatozoides de marsupiais sobrevivam melhor no trato genital feminino por se alojarem em criptas localizadas nas tubas uterinas (oviductos) que funcionam como receptáculos. Além disso, nos marsupiais das Américas os espermatozoides se associam aos pares, unidos pelas cabeças, na região onde se encontra uma estrutura denominada acrosoma, que contém enzimas importantes para a fertilização do óvulo e parece ser bastante sensível às secreções produzidas pelas vias genitais femininas. O pareamento ocorre na cauda do epidídimo e se processa de forma a proteger essa frágil estrutura. A separação só acontece no sítio

da fertilização, ou seja, quando o espermatozoide está prestes a penetrar no óvulo. Esses artifícios possivelmente são fatores importantes na preservação da integridade dos espermatozoides ao atravessarem as vias genitais femininas.

Trabalhos feitos com coelhos mostram que a fêmea, depois de inseminada com aproximadamente 150 milhões de espermatozoides, retém apenas 0 a 1% dessas células em suas tubas uterinas. Em marsupiais, a fêmea é inseminada com cerca de três milhões de espermatozoides, dos quais 5% alcançam as vizinhanças dos óvulos nas tubas uterinas.

Essa modesta produção de espermatozoides capazes de se manter viáveis no trato genital feminino é uma demonstração clara de que o macho acompanhou a extraordinária queda na produção de óvulos verificada na fêmea com o advento de fecundação interna e de viviparidade. Tal fato não se verifica em outros mamíferos, cujos machos ejaculam excessivo número de espermatozoides para fecundar muitas vezes um único óvulo.

ASSINE

# CIÊNCIA HOJE

Envie seu pedido para CIÊNCIA HOJE: Av. Venceslau Brás 71, casa 27 • Botafogo • Rio de Janeiro

CEP 22290-140. Anexe cheque/vale postal no valor de R\$ 50,00 (por 11 números) ou autorize o

débito no seu cartão pelo telefone (021) 295-6198 ou 270-0548 • Fax: (021) 521-5342.

## Muito além da África tropical



APENAS MAIS UMA ESPÉCIE ÚNICA, de Robert Foley, São Paulo, Edusp.

A grande maioria dos livros sobre paleoantropologia – ciência que estuda o registro arqueológico e fóssil da pré-história humana – tem uma curta vida útil. Não pela qualidade dos trabalhos, mas pela própria natureza do estudo: a distribuição temporal e espacial dos fósseis é tal que cada novo achado tem o potencial de mudar radicalmente a interpretação do assunto. Nesse sentido, pode-se dizer que “Apenas mais uma espécie única”, de Robert Foley, com sete anos de idade, se encontra desatualizado como fonte de ‘fatos’ antropológicos, mas essa nunca foi a intenção do livro. A cronologia e a filogenia exatas dos vários hominídeos são aspectos totalmente marginais aos argumentos apresentados pelo autor.

Nele Foley apresenta, discute e integra a informação ecológica sobre a pré-história humana, e tenta nos convencer de que, se compreendermos essa informação, poderemos chegar

perto da resposta à pergunta-chave: por que os seres humanos evoluíram de seus ancestrais primatas?

Nos primeiros capítulos, é apresentada ao leitor uma visão geral da posição dos hominídeos em relação aos outros primatas, os métodos de estudo da pré-história, e possíveis inferências a partir dos fósseis e da arqueologia. A grande contribuição vem a partir do terceiro capítulo, nos quais as bases teóricas da ecologia evolutiva e sua aplicação ao registro fóssil são habilmente discutidas, bem como a importância de características como o grande porte, a tropicalidade e a sazonalidade na configuração dos diversos hominídeos. O livro termina com um estudo dos processos mais amplos da evolução, como padrões espaciais de isolamento, co-evolução e importância das expansões geográficas. Grande parte dele se concentra na integração da informação antropológica às condições ecológicas da África no presente e no passado.

Os hominídeos surgiram na África, e praticamente durante toda sua história ficaram restritos a esse continente. Assim, as condições ambientais ali predominantes em diferentes momentos definiram a diversificação, a expansão e a extinção dos hominídeos até o estabelecimento do *Homo erectus* na Eurásia.

Foley mostra a diversidade

dos macroambientes e sua variação em decorrência de mudanças globais de clima e temperatura através do tempo, e ressaltando a importância dos microambientes nos ecossistemas tropicais, que criam mosaicos de diferenciação ecológica nos quais aparecem populações isoladas sob fortes pressões de seleção. Para ele, são esses microambientes que determinam a distribuição dos animais e, portanto, as condições seletivas para sua evolução.

Os primeiros hominídeos dos quais se têm registros aparecem por volta de 5 milhões de anos atrás. A partir dessas formas ancestrais (*Australopithecus afarensis* e *A. africanus*), relativamente generalizados tanto na morfologia como na adaptação, surgiram, há cerca de 2,5 milhões de anos, dois grupos independentes de hominídeos: *Australopithecus robustus* (ou *Paranthropus*) e os primeiros membros do gênero *Homo*.

Foley explica a origem desses dois grupos através dos princípios ecológicos da competição: a competição interespecífica leva à especialização dos nichos ecológicos de cada espécie, e estes são aperfeiçoados pela competição intraespecífica.

Para o autor, todos os primeiros hominídeos possuíam o nicho de primatas terrestres, tropicais e de grande porte; e a transformação dos hominídeos das savanas africanas em primatas se intensifica com mudanças climáticas ocorridas entre 2,5 e 1,5 milhões de anos atrás. A partir daí, Foley discute o significado das especializações ocorridas dentro do nicho

hominídeo em termos de pressões pela disponibilidade de recursos. Ou seja, os hominídeos teriam se especializado em nichos diferentes para evitar competição.

Um grupo – *Paranthropus* – teria se adaptado a explorar áreas mais restritas, adotando uma dieta de maior volume mas de menor qualidade. Essa adaptação levou ao desenvolvimento de um poderoso aparelho de mastigação. Outro grupo – os primeiros *Homo* – teria adquirido um porte maior, tornando-se onívora e espalhando-se por áreas geográficas mais amplas, ao mesmo tempo que canalizava o investimento energético para o desenvolvimento de um cérebro maior.

Esse processo de diferenciação entre *Paranthropus* e *Homo* teria sido reforçado pelo aumento de sazonalidade na África tropical, com alternância entre períodos de escassez e períodos de abundância de recursos. Para Foley, foi durante os períodos de escassez – as épocas de seca – que a competição favoreceu duas estratégias diferentes: a constante exploração de recursos de baixa qualidade, que acarretou mudanças morfológicas importantes (*Paranthropus*), e a exploração oportunística de recursos de alta qualidade, talvez com consumo de mais carne, dispensando grandes especializações anatômicas, mas trazendo uma flexibilidade comportamental maior (os primeiros *Homo*). Ambos os modos de vida tiveram muito sucesso e levaram a um período de especiação, com a aparição de várias espécies para cada um

dos dois tipos, que coexistiram por longo tempo.

Nos primeiros hominídeos observa-se um aumento do porte que implicaria num aumento paralelo do cérebro. No entanto, já se verificou que o cérebro dos primeiros hominídeos cresceu mais do que era de esperar num animal do seu porte. Uma pergunta óbvia para quem lê o livro de Foley é: "Por que um cérebro maior não evoluiu antes, ou em outros grupos?". Ele argumenta que as vantagens de um cérebro maior não são tão óbvias quando a questão é interpretada à luz da ecologia evolutiva: as condições determinantes do curso evolutivo de um organismo são ditadas pela sobrevivência, ou seja, a aquisição de recursos.

Acontece que, no caso dos hominídeos, a relação entre 'cérebro maior' e 'qualidade de dieta' criou um círculo vicioso de pressões seletivas, porque, proporcionalmente, o cérebro consome muito mais energia do que o resto do corpo. Foley sugere que primeiro o cérebro se desenvolveu para responder ao problema de obtenção de recursos; resolvido esse problema, a pressão resultante de um cérebro maior teria criado uma pressão de seleção por maior inteligência e agilidade manual e verbal, que por sua vez favoreceriam um cérebro ainda maior, e assim por diante.

Num período relativamente curto, o cérebro humano aumentou exponencialmente de tamanho em relação ao de todos os primatas e hominídeos ancestrais. E assim, há cerca de um milhão de anos, um hominídeo, com cérebro maior e

com maior capacidade de expansão geográfica, monopolizou o nicho 'hominídeo' do mundo, dando início a um processo em que migrações, isolamento e contato se transformaram nas novas condições seletivas, muito além da África tropical.

Foley também apresenta sua visão dos sistemas sociais dos primeiros hominídeos, e como eles se integram aos aspectos ecológicos. Entre os primatas, Foley sugere que o sistema social dos chimpanzés é o melhor modelo para ilustrar as sociedades dos primeiros hominídeos.

Os chimpanzés vivem hoje em dia em sociedades de muitos indivíduos, com os machos aparentados entre si e formando alianças fortes, enquanto as fêmeas participam menos das atividades do grupo como um todo. Para elas, a vantagem da vida em grupo é a proteção. Segundo o autor, os hominídeos teriam aparecido e se diversificado num contexto social semelhante ao do gênero humano. Essa é uma interpretação radicalmente diferente das teorias existentes, porém o modelo oferecido por ele representa hoje a teoria social mais consistente, à luz da evidência paleoantropológica existente.

#### **Marta Mirazón Lahr**

*Departamento de Antropologia  
Biológica,  
Universidade de Cambridge/  
Inglaterra.*

## De Darwin aos nossos dias



OS HERDEIROS DE DARWIN, por Marcel Blanc, tradução de Mariclara Barros; Editora Página Aberta Ltda., São Paulo, 1994, 296pp.

Este livro de Marcel Blanc, biólogo e jornalista científico francês, é um bom exemplo do que se deve esperar de um interlocutor entre cientistas e público leitor: divulgar ciência sem vulgarizar. Nos assuntos de natureza controversa o autor procura mostrar os pontos de vista opostos, com honestidade, mas sem pretender uma falsa neutralidade.

O livro descreve com clareza o desenvolvimento da teoria da evolução, de Darwin aos nossos dias, com certa ênfase nos aspectos da teoria que se referem ao fenômeno humano. O autor explica que há dois tipos de controvérsias ligados à teoria da evolução. Um tipo se refere a incertezas que persistem sobre os mecanismos detalhados da evolução dos seres vivos, como o papel do acaso e a maneira exata como ocorreram algumas etapas da macroevolução. O outro tipo de controvérsia refere-se à aplicação dos princípios do neodarwinismo (co-

mo chamamos à síntese da genética mendeliana com a seleção natural) à espécie humana, que levanta graves problemas morais.

A verdade é que nenhuma outra teoria científica despertou, e continua a despertar, tantas disputas como a teoria da evolução. A razão provável para este permanente debate é que a teoria da descendência como modificação (nome preferido por Darwin) tirou o homem do centro do universo biológico tão radicalmente quanto Copérnico tirou a Terra do centro do universo astronômico. O fulcro das controvérsias é que tem mudado nos 135 anos que nos separam de "A Origem das Espécies".

Nenhum biólogo, nenhum cientista, duvida hoje que as espécies se transformam ao longo do tempo e, em certas circunstâncias dão origem a novas espécies. O livro de Blanc apresenta de maneira muito lúcida e sem simplificações enganadoras as evidências e as etapas de raciocínio em que se baseia grande síntese neodarwiniana. A evolução das espécies é estudada hoje em tubo de ensaio. Pesquisadores como Manfred Eigen, Leslie Orgel, Gerald Joyce e Frances Arnold demonstram que a evolução, por exemplo, de bactérias como a *Escherichia coli* ocorre exatamente como previsto pela teoria: produção alea-

tória de mutantes, seguida de seleção em um ambiente modificado. Assim, a Dra. Arnold criou uma espécie derivada da *E. coli* que produz uma enzima, a subtilisina, que catalisa reações com grande eficiência, usando como solvente a dimetilformamida, no lugar da água comumente usada pelos seus ancestrais.

Ao descrever em largos traços a gênese da teoria da evolução (Capítulos II e III) Blanc assinala qual o problema que mais contribuiu para que Darwin tivesse retardado por mais de vinte anos o anúncio da sua descoberta: as dificuldades que encontrou para se convencer da verdade que suspeitava pelo menos desde o seu encontro como os tentilhões das Galápagos, de que não há diferença essencial, qualitativa, entre variedades e espécies. Wallace chegou a esta conclusão antes que Darwin o fizesse de forma definitiva, pois em janeiro de 1858 Wallace publicou na revista *The Zoologist* um artigo, que foi lido por Darwin, afirmando exatamente isto. Este detalhe histórico não é contemplado por Blanc, que divulga a versão ortodoxa do famoso incidente que levou a comunicação conjunta de Darwin e Wallace, em 1 de julho de 1858.

A genética das populações é apresentado por Blanc de maneira especialmente lúcida, no capítulo em que trata do neodarwinismo. Blanc também discute a teoria da neutralidade gênica de Kimura, que permite abandonar-se a idéia de que o ritmo e a direção da evolução

são unicamente determinados pela seleção natural.

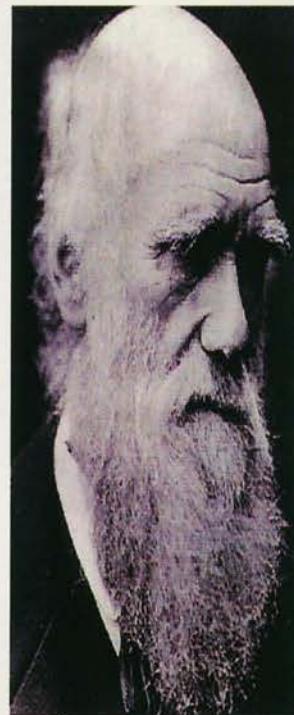
Blanc discute algumas das dificuldades que os darwinistas encontram para explicar a rapidez, indicada nos registros fósseis, de certas etapas da evolução. Por exemplo, os mamíferos terrestres aparecem nos registros paleontológicos, apenas 10 milhões de anos antes do aparecimento das grandes especiações representadas pelos primeiros morcegos e pelas primeiras baleias. Neste contexto, Blanc introduz apropriadamente as idéias da evolução pontuada de S.J. Gould e N. Eldredge. Com base no estudo exaustivo de trilobitas, Gould e Eldredge propuseram que, ao contrário da evolução normal ou filética, o ritmo da evolução não teria sido sempre contínuo, mas composto por períodos de estase pontuados por períodos em que ocorreram grandes modificações morfológicas. Blanc indica como essas diferentes concepções sobre os processos da macroevolução estão em vias de serem unificadas, na medida em que se entende cada vez mais as diferenças entre os genes estruturais, concentrados nos exons dos eucariontes, os genes reguladores que situam-se nos introns.

O livro torna-se particularmente interessante e controverso quando o autor discute as implicações da teoria da evolução para a condição humana. O autor discute e apresenta razões para rejeitar muitas das idéias que levaram ao darwinismo social no passado e à sociobiologia no presente. Para ele não há razão

alguma para se descrever o homem como uma máquina de sobrevivência dos seus genes. Levanta a questão muito debatida hoje da existência de genes do comportamento humano, e embora não expresse uma opinião definitiva, escreve que "é essencial que os evolucionistas compreendam que a teoria da evolução é de modo inexplicável uma construção científica e uma mensagem sobre o homem. Sem isso, correm o risco ao querer explicar cientificamente a presença do homem nesta terra, esquecer o que é o homem para o próprio homem". Apesar do conteúdo ético indiscutível, esta é a visão com a qual eu diria que a maioria dos cientistas não concordariam.

Este é um dilema que, como Blanc comenta (na página 253) levou Wallace a propor uma origem deísta para o cérebro humano. Blanc discute a posição ambivalente de Darwin. Por um lado, especialmente nas opiniões expressas no seu livro de 1871 "The Descent of Man", Darwin acreditava não apenas na desigualdade entre grupos humanos, como em uma hierarquia de raças, com o homem europeu no topo. Mas sendo um homem pessoalmente generoso odiava a escravidão, que veio a encontrar no Brasil. Creio que devemos recordar Darwin pelo que escreveu na sua "Narrativa de um Naturalista a bordo do Beagle": "Se a miséria dos nossos pobres for causada não por leis naturais, mas por nossas instituições, grande é o nosso pecado".

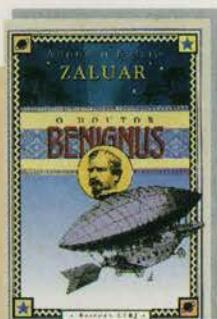
Este leitor de "Os herdeiros de Darwin" pensa que o *Homo sapiens* não pode ter sido uma exceção às leis que condicionaram o aparecimento das outras espécies, mas o desenvolvimento de um órgão especial, o cérebro humano, que dá origem ao fenômeno da consciência, introduziu uma dimensão extrabiológica, que não extrafísica, que tem que ser levada em consideração na relação entre os homens, e nas relações do homem com a Natureza. Creio que esta afirmação poderá satisfazer Marc Blanc, que termina seu livro com as belas estrofes do poema de Claude Roy "Sais tu si nous sommes encore loin de la mer?"



**Ricardo Ferreira**

Departamento de Química  
Fundamental, UFPE,  
Cidade Universitária 50690-901  
Recife, Pernambuco.

## A divulgação científica no século XIX



O DOUTOR BENIGNUS de Augusto Emílio Zaluar. Editora UFRJ 1994. 376 páginas.

Cuidado, o dr. Benignus está no ar. Em seu aeróstato especial, leva uma comitiva para o interior de Goiás. Motivo da expedição: descobrir se há vida no Sol. Com esse enredo fantástico, Augusto Emílio Zaluar, escritor português naturalizado brasileiro, publica, em 1875, o que pode ser considerado o primeiro romance de ficção científica lançado no país. Na Europa, o gênero engatinhava apenas, especialmente pelas mãos de Jules Verne, embora, a essa altura, ele já tivesse quase treze anos de carreira literária.

Dessa forma, o pioneirismo de Zaluar não deve ser subestimado, apesar de a leitura de *O Doutor Benignus* poder ser, às vezes, decepcionante. A história, mais que improvável, é simples. Benignus é tudo o que se pode associar à velha caricatura do cientista: justo, honestíssimo, bom marido, bom pai, incompreendido por seus pares, endinheirado o suficiente para poder desenvolver pesquisas em casa. Mas,

em lugar de essa figura habitar algum castelo europeu, ela está no Rio de Janeiro e, em vez de peregrinar até algum centro de saber – como o barão Viktor Frankenstein vai a Ingolstadt –, Benignus vai fazer pesquisas em Goiás.

Retirado da vida científica, Benignus descobre por acaso um pedaço de inscrição que lhe sugere poder existir vida no Sol. O melhor lugar para fazer observações astronômicas é o interior de Goiás. Para lá, seguem ele e uma comitiva, que inclui pesquisadores estrangeiros, um cozinheiro peruano, matutos, caboclos etc. A história é permeada de índios, missionários, animais selvagens e, evidentemente, algum amor: parte do objetivo da expedição é resgatar um diplomata inglês em poder de índios e um dos exploradores se apaixona pela pobre filha do inglês extraviado.

Com esses elementos, claro, *O Doutor Benignus* está muito mais para o romance de aventura que para a ficção científica (FC), embora apareçam aqui e ali na ação balões, escafandros, lâmpadas elétricas superpotentes etc. A FC legítima, como a conhecemos hoje, ainda teria de esperar por *A máquina do tempo*, de H. G. Wells, de 1895, e, no Brasil, pelas poucas obras de Jeronymo Monteiro.

Mas o que importa menos nesse livro é a ação e muito mais o panorama da ciência

em fins do século XIX, tal qual era percebida por não-cientistas. Esse grande – e talvez único – mérito do livro vem justamente da deficiência de Zaluar como ficcionista. Incapaz de montar uma ação com trama bem-encadeada, que dure mais que umas poucas páginas, usa constantemente como recurso longas descrições do ambiente e dissertações sobre teorias científicas vigentes na época, como as do popularíssimo (então) Camille Flammarion, muitas delas tiradas *ipsis verbis* dos autores que vai citando ao longo do texto.

Da mesma forma que, hoje, alguém com interesse em ciência discute os progressos do Projeto Genoma Humano — mesmo que não compreenda muito bem como essa pesquisa avança, como são seus métodos etc. –, uma pessoa educada, em 1875, discutia (a sério) a habitabilidade do Sol e da Lua, o significado cultural dos canais observados em Marte etc. E, como indica a disposição do dr. Benignus, para resolver essas questões bastava ir até Goiás e observar o Sol direito (contar o fim da história decepcionaria o potencial leitor e, assim, ele será omitido aqui).

As discussões que se encontram no livro mostram o quanto ciência e especulação espiritual já andaram juntas. Para os que reclamam dos tempos sombrios de hoje – quando o obscurantismo dos cristais curativos, da programação neurolinguística e similares vêm embalados em retórica científica, encobrindo sua total falta de fundamentação –, a leitura de Zaluar servirá para descobrir que o homem culto do

século XIX (o leitor de *Scientific American*, das obras de popularização de Flammarion, de Huxley etc.) fundamentava hipóteses científicas em outras nem tanto. Isso acontece quando, por exemplo, a habitabilidade do Sol é embasada em uma obtusa argumentação sobre a necessidade de se habitar todo o universo ou sobre o desperdício de energia que seria esse astro não poder contar com seres inteligentes nativos.

Embora esquecidas – com justiça, diga-se – pelo mundo acadêmico, essas especulações mostram o quanto é difícil divulgar ciência. O risco de resvalar para a trivialidade, para a metáfora mais próxima do leitor, que, em lugar de explicar, confunde, é muito grande. Um exemplo clássico disso é o que aconteceu com as intermináveis acepções das palavras energia e entropia, indo e voltando da física para as ciências sociais durante todo o século XIX. Dessa forma, *O Doutor Benignus* acaba sendo leitura importante para quem se preocupa com a imagem da ciência para o leigo. Daqui a 100 anos, as novelas de FC escritas hoje poderão testemunhar se os divulgadores científicos foram eficientes em seu trabalho. Ao julgarem os ficcionistas, os estudiosos do futuro estarão também julgando toda essa literatura de divulgação que se encontra nas bancas de jornais etc. Ao contrário da literatura especializada, esta é muitíssimo mais influente na cultura e, o que é pior, muito pouco consciente disso.

**Jesus de Paula Assis**

Ciência Hoje / SP.

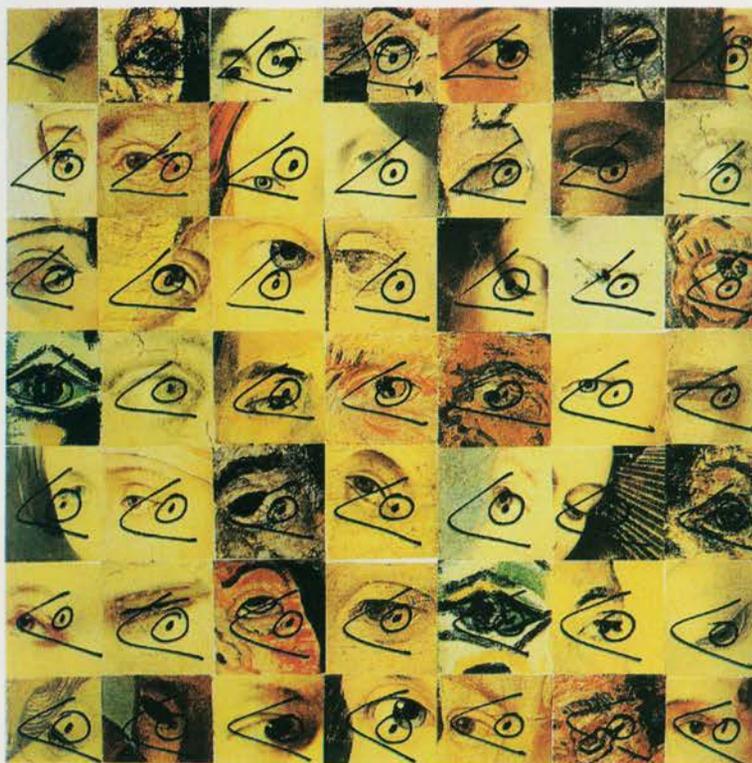
# A volta dos Laboratórios Associados, agora com o apoio explícito de FHC

*Ciência Hoje* ouve quem mais defende a idéia:  
Moysés Nussenzveig

O projeto dos Laboratórios Associados foi o ponto de maior consenso no encontro de três horas entre mais de 20 membros da comunidade científica e o presidente Fernando Henrique Cardoso, em 15 de dezembro último.

O próprio chefe do Governo, que vem da vida acadêmica, não escondeu sua simpatia à proposta. Assim, o tema retorna à agenda governamental com novo alento. Talvez este seja o ano em que o Brasil finalmente inicie a implantação das chamadas entidades de pesquisa associadas. A idéia não é nova, mas é bem pouco conhecida até mesmo por amplos setores da comunidade científica brasileira.

Por isto, *Ciência Hoje* decidiu ouvir o grande e incansável



defensor do projeto, professor Moysés Nussenzveig, físico de renome, hoje vinculado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O resultado foi uma longa e minuciosa entrevista. Para enri-

quecer ainda mais o debate em torno do assunto, publicamos o texto do projeto aprovado pelo Conselho Deliberativo do CNPq no final de 1987. Este texto, portanto, já passou por oito anos de história e vários ministros e secretários de C&T. Mas, na opinião de Moysés Nussenzveig, continua válido e atual.

Da entrevista, coordenada por José Monserrat Filho, participaram Reinaldo Guimarães (UERJ), Arnaldo Nogueira (Instituto de Matemática da UFRJ, secretário regional da SBPC/RJ), Yonne Leite (UFRJ e *Ciência Hoje*), Cássio Leite Vieira (*Ciência Hoje* BBS).



**EM BUSCA DA ESTABILIDADE  
DA PESQUISA CIENTÍFICA.**

**Montserrat** – *Como surgiu no Brasil a idéia dos Laboratórios Associados?*

**Moisés** – Surgiu em 1977. José Pelúcio Ferreira, então presidente da Finep e também vice-presidente do CNPq, encomendou um estudo sobre o Instituto de Física Teórica de São Paulo, instituição privada que passava por dificuldades financeiras. O próprio Pelúcio sugeriu que se examinasse a opção de criar um rótulo novo, como Laboratórios Associados, inspirado no modelo francês. Uma comissão da qual fiz parte analisou a questão e formulou uma proposta. O Instituto é hoje da Unesp. Depois, a Comissão SBPC-ABC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e Academia Brasileira de Ciências), inicialmente junto com a Seplan (Secretaria de Planejamento da Presidência da República), promoveu estudo aprofundado sobre o financiamento da pesquisa no país. Pretendia-se reformular o sistema. A idéia nasceu na Seplan. Luís Paulo Rosemberg, secretário de C&T, subordinado ao então ministro Delfim Neto, junto com Cláudio de Moura Castro, haviam preparado este projeto. O estudo vazou e houve forte reação da comunidade científica. A idéia de racionalizar tudo mudava todos os papéis do CNPq e da Finep. Então, foi nomeada essa comissão para fazer um estudo pela comunidade científica, como resposta. No início, a Seplan participou, depois se retirou. Integravam a comissão Jacob Palis Jr., Gilberto Velho, Carolina Bori, então vice-presidente da SBPC, além de outros. A comissão propôs a reformulação dos estatutos do CNPq e da Finep. Também examinamos o CCT (Conselho de C&T). Nossa proposta para o CNPq foi incorporada quase sem alteração quando se criou o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), mas a da Finep nunca foi implantada, embora permaneça atual. A comissão trabalhou por mais de um ano. Um trabalho intenso. Fizemos amplas consultas à comunidade científica sobre nossa proposta, reuniões em vários lugares do país, debates etc.

**Montserrat** – *Como o projeto dos Laboratórios Associados era visto na época do Governo Figueiredo?*

**Moisés** – Não se falava em Laboratórios Associados. Mas a proposta de mudar o sistema de financiamento foi importante na inspiração da idéia. Por isso, cito o estudo. Foi, de fato, um longo processo. A comunidade científica debateu o assunto por mais de 10 anos. Em 1985, o MCT promoveu amplo debate sobre C&T no país, similar à iniciativa do governo Mitterrand, na França. Produziu o documento “Ciência e Tecnologia na Nova República”, onde consta o tema dos Laboratórios Associados e esta recomendação: “É conveniente que os grupos de pesquisa com competência e produtividade comprovadas possam negociar

o financiamento de suas pesquisas por períodos mais longos, de três a cinco anos, a fim de assegurar a continuidade dos trabalhos, e, paralelamente, garantir a consolidação dos grupos emergentes.” O documento foi aprovado por unanimidade. A recomendação passou a ser também da Comissão de Sociedades Científicas, criada à época como a sucessora da Comissão SBPC-ABC. No início de 1985, em Paris, conversei detalhadamente com o criador dos Laboratórios Associados na França, o prof. Pierre Jacquinot. Ele disse que realmente havia muita semelhança entre a universidade francesa, logo após a II Guerra Mundial, e a situação que tínhamos e ainda temos hoje no Brasil. Lá, segundo ele, a criação dos Laboratórios Associados, em 63, teve importante papel na pesquisa e na melhoria da Universidade. Outro documento que me influenciou bastante foi a análise de Laurent Schwartz, grande matemático francês, a quem Mitterrand encomendou estudo sobre o ensino e a pesquisa na França. Ele diz que graças à criação dos Laboratórios Associados, a pesquisa universitária francesa foi salva. Além disso, uma série de reportagens sobre o assunto também serviu de fonte. Obtivemos também todo o regulamento dos Laboratórios Associados franceses, inclusive os tipos de convênios. Modelo bastante análogo, mas adotado em escala menor, também existe na Alemanha, criado em 67. Na verdade, a idéia de auxílios ou convênios de longa duração existe em vários países, embora não com o nível de detalhamento e regulamentação encontrado na França. Nos Estados Unidos, há igualmente vários tipos de auxílios de longa duração. Enfim, como o Sérgio Ferreira uma vez observou, é o óbvio ululante. É o sistema mais racional de financiamento à pesquisa em qualquer país. Não é um modelo especialmente francês, alemão ou americano. Mas, houve pontos que a experiência da França mostrou que não funcionavam, o que acarretou mudanças na proposta original. O próprio Laurent Schwartz comenta nesse livro que na França há uma carreira de pesquisa do CNRS (Conselho Nacional de Pesquisa Científica), o CNPq de lá. O professor universitário francês tem mais obrigações que o pesquisador, mas recebe tratamento igual. A carreira de pesquisador puro, dissociado da Universidade, compete com a carreira acadêmica. Isto procuramos corrigir em nossa proposta. Em 1987, ela começou a ser discutida. Embora já tivesse tido várias discussões, concluímos que uma proposta desse tipo só tem condições de ser bem-sucedida se for amplamente compreendida, corrigida e reivindicada por toda comunidade científica. Então encaminhamos proposta mais específica, primeira versão (publicada em *Ciência Hoje*, vol. 6, nº 32, 1987, p. 20), às sociedades científicas. Estas fariam emendas e sugestões. O texto inicial motivou bom número de respostas das Sociedades Científicas e de cientistas individualmente. Muitas correções foram feitas. Também antes de aprová-lo e encaminhá-lo ao então ministro Luís Henrique, pedimos um estudo aos órgãos que iriam gerir os Laboratórios Associados: CNPq, Capes

e Finep. As respostas foram positivas. O Conselho Deliberativo (CD) do CNPq, em sua última reunião de 1987, aprovou a proposta, logo enviada ao então ministro Luís Henrique, que ocupou a pasta de C&T por apenas nove meses. Depois veio uma sucessão de mudanças no MCT, aquele abalo sísmico no Governo Sarney. O MCT foi incorporado ao de Indústria e Comércio, depois virou Secretaria da Presidência da República etc.



**CINCO ANOS, O PROJETO  
CHEGARIA A US\$ 300 MILHÕES.**

**Montserrat** – *E quanto ao orçamento que acompanha a proposta?*

**Moisés** – O texto em questão, assinado por mim, é de 89. Ele surgiu de um pedido de orçamento feito por José Goldemberg, então reitor da USP. Examinei os relatórios da Finep e do CNPq para ter uma idéia bem realista. Avaliando a ordem de grandeza em termos de números de Institutos e pesquisadores e calculando o gasto médio por pesquisador, cheguei aos números que estão no texto. São de 18 de julho de 1988. Portanto, deve-se levar em conta, atualmente, o aumento do número de candidatas e a desvalorização do dólar. A proposta sugere que o programa seja implantado gradualmente, começando com 20% do regime total, crescendo 1/5 por ano. No final de cinco anos, chegaria ao valor que, na época, era de US\$ 210 milhões, e hoje deve chegar a US\$ 300 milhões. Um número ainda bastante razoável. Em 1989, Décio de Zagotís, primeiro secretário e depois ministro de Ciência e Tecnologia, foi favorável aos Laboratórios Associados. Os outros ministros que o sucederam foram todos favoráveis. Goldemberg chegou a dizer que era o projeto da vida dele, um compromisso com a comunidade científica. No entanto, o que se comenta é que ele comprometeu o projeto, quando fez ampla consulta a todas as Universidades do país para saber quem queria ser Laboratório Associado. Houve naturalmente milhares de pedidos e chegou-se à conclusão de que não dava. É como se se perguntasse a todos os estudantes do país se querem ser bolsista e, como todos quisessem, se concluísse que é inviável distribuir bolsas. Veio o período de Israel Vargas no Ministério. Voltei ao CD do CNPq e, na primeira oportunidade, voltei a encaminhar a proposta ao novo ministro. Dessa época até agora nada aconteceu. O projeto ficou na gaveta.

**Montserrat** – *Há algum novo documento recolocando a proposta?*

**Moisés** – Sim. As atas da primeira reunião do CD, em que tomei parte, quando fui reconduzido. O ministro estava presente. Apresentamos o projeto como um dos que considerávamos importante e ainda não havia sido implantado.

**Montserrat** – *Há algum pronunciamento oficial a respeito?*

**Moisés** – Que eu saiba não. É tudo indireto. Lembro que num dos períodos em que o CCT existiu houve um encaminhamento do secretário da época pedindo que se estudasse a implantação dos Laboratórios Associados. Houve recomendação favorável do CCT, mas enquanto isso não acontecesse, a secretaria devia dar apoio especial à Coppe e à PUC/RJ, que passavam por forte crise. Estas instituições passariam a ser Institutos Complementares. Só que isto nunca foi regulamentado. Todo apoio dado, inclusive à Coppe, foi em caráter informal. Por isso, o convênio era renovado mês a mês. Nada tinha a ver com os Laboratórios Associados. Houve época também em que o CNPq deu o nome de Laboratórios Associados a alguns Institutos, como o Instituto de Física e Química de São Carlos. Mas foi só um nome, nada mais.



**UM PROJETO PAIRANDO NO AR  
HÁ NADA MENOS DE 17 ANOS.**

**Reinaldo** – *São 17 anos do projeto de Laboratórios Associados pairando no ar. Por que a idéia sobrevive e não aterriza?*

*Será por falta de entendimento entre a comunidade científica ou entre as autoridades? Falta de dinheiro?*

*Ou descontinuidade administrativa?*

**Moisés** – Já me fizeram esta pergunta várias vezes. Quem não implantou o projeto é que devia responder. Para a comunidade científica não há motivos para não implantá-lo. A proposta surgiu de baixo para cima. Foi tomada como bandeira em várias ocasiões, em reuniões e programas da SBPC. Enfim, toda espécie de reivindicação sempre continha os Laboratórios Associados. Mas, passado muito tempo, pode haver certo esquecimento sobre o que era a proposta. Do lado do governo, é preciso ter vontade política para lançar este projeto. Vários ministros revelaram vontade política para encaminhar propostas envolvendo recursos bem superiores. Um dos objetivos centrais dos Laboratórios Associados é exatamente melhorar as Universidades, como aconteceu na França. O dinheiro que muitas vezes foi investido na construção de prédios poderia ter sido investido nesse programa, se houvesse vontade política. Não houve falta de recursos.

**Arnaldo** – *O que esse projeto implicaria para o CNPq? Quanto o CNPq gasta hoje com bolsas e fomento à pesquisa?*

**Moisés** – US\$ 300 milhões, em bolsas, e US\$ 30 milhões, em auxílios à pesquisa. Mas, o projeto dos Laboratórios Associados não é só do CNPq. É de uma coleção de agências. Hoje, faria sentido incluir, dependendo de como o presidente Fernando Henrique organize seu governo, os Ministérios: da Saúde, da Agricultura etc.

**Reinaldo** – *O MCT, criado há 10 anos, já teve nove titulares. Você não acha que isso contribuiu também para essas dificuldades?*

**Moysés** – A proposta procura exatamente proteger a pesquisa desse tipo de flutuações. A idéia central é dar maior estabilidade ao financiamento da pesquisa. Por outro lado, os ministros, em sua passagem pelo MCT, fazem propostas, aprovam programas e pedem empréstimos. Isto, portanto, não explica a não adoção do projeto.



**QUAL SERIAM AS POSIÇÕES DOS CHAMADOS “BAIXO CLERO” E DO “ALTO CLERO”?**

**Reinaldo** – *Creio ser possível que o chamado “baixo clero” se oponha de certo modo ao projeto. Neste caso, o que seria o “alto clero”? Seriam os agraciados com a chancela dos grupos associados? Ou teria abrangência ainda maior?*

**Moysés** – A idéia é proteger a pesquisa e procurar fomentar grupos emergentes ao mesmo tempo. Não se ameaça o financiamento tradicional. Desde o início, é patente que o projeto não deve ser implantado com verba existente, mas com dinheiro novo. Assim também foi apresentado por Décio de Zagotis no programa de Fernando Henrique. Entendo que nenhum grupo tem garantias. Em geral, se você garante a estabilidade de um grupo, pode até prejudicá-lo. Cada grupo deve ter seu trabalho acompanhado e provar que merece o apoio. É essencial para o projeto que os grupos não sejam permanentes. Na França, há laboratórios importantes e famosos que entraram e saíram do projeto. A idéia é a mesma.

**Reinaldo** – *Creio que de 65% a 70% dos professores universitários sequer conhecem o programa e não se importarão com ele, já que não faz parte de seu universo de interesse. Minha hipótese é que a reação ao projeto vem da própria elite de docentes universitários, que tenta fazer pesquisa mas não é a nata, e teme que o projeto seja elitista ou excludente. O que você acha?*

**Moysés** – Os números que você citou são muito interessantes. Laurent Schwartz comenta também a proporção de docentes nas Universidades francesas quanto a qualificação em pesquisa. Ele considera que 1/3 dos 41 mil professores universitários na França fazem pesquisa boa ou muito boa; 1/3 fazem pesquisa de média a regular; e 1/3 ou fazem pouco ou nenhuma pesquisa. E cita números que, creio, nem todos conhecem. Nos Estados Unidos, dos mais de 15 mil matemáticos com PhD e professores universitários, apenas cerca de três mil, ou seja 1/5, publicaram pelo menos um artigo depois de sua tese. Outra estatística mais ampla diz que metade dos PhD nos Estados Unidos nunca publicou um artigo depois de sua tese. A pro-

porção no Brasil não é muito diferente da proporção dos EUA e da França.



**“O TEMOR DE QUE O PROJETO SEJA ELITISTA É INFUNDADO”**

**Montserrat** – *Qual a proporção de cientistas e de professores universitários que participam do sistema de Laboratórios Associados na França?*

**Moysés** – Aí é por número de laboratórios. Na época em que foi escrito o livro por Laurent Schwartz, existiam 600 equipes associadas, que eram grupos menores e 240 laboratórios. Participavam 4.300 pesquisadores do CNRS, sem contar com os professores universitários. A idéia, lá, foi manter os contratos com aqueles que tem mérito para isso. Assim, o programa, na França, não é reservado a percentual mínimo da população de pesquisadores. Portanto, desse ponto de vista, o temor de ser um projeto elitista é infundado. A estimativa do projeto para o Brasil cobre no mínimo 5 mil pesquisadores, cerca de 1/3 do total de pesquisadores ativos no país. As equipes foram calculadas como de cinco a 10 pesquisadores, unidades de porte médio da ordem de 20 a 40 e de grande porte de 100 a 200. Essas últimas seriam muito poucas e hoje em dia são bastante discutíveis. Na época, os laboratórios de grande porte foram incluídos, porque existiam os auxílios institucionais da Finep e procuramos não alterar a maneira de operar das agências.



**O AUMENTO DE PESQUISAS EM GRUPO TRARÁ GRANDES BENEFÍCIOS AO PAÍS.**

**Arnaldo** – *Sobretudo nas áreas de matemática e física, critica-se o fato de o número de bolsistas não acompanhar a proporção de novos doutores. Quantos bolsistas tem o CNPq?*

**Moysés** – Cerca de 7.000. Então o projeto já cobriria o equivalente ao número de bolsistas de pesquisa do CNPq. Mas, hoje, o número de bolsas é insuficiente. É uma briga para se conseguir recursos. O problema da falta de verba em 94, que não cobriu nem o número de bolsistas já existentes, parece que vai se repetir em 95. No orçamento está embutido um déficit para as bolsas atuais. Então, se o projeto de orçamento for aprovado exatamente como está, sem suplementações, vai ter que cortar bolsas existentes, quanto mais criar novas. A falta de bolsas é reflexo dessa situação de dura contenção. Concordo que é preciso aumentar o número de bolsas de pesquisa. Em segundo lugar, a menor unidade contemplada aqui tem um número mínimo de cinco a 10 participantes. Hoje, há um número enorme de pesquisadores individuais que encaminham seus pedidos ao CNPq ou à Fapesp. Uma avaliação constatou que na Unicamp havia depar-

tamentos com dezenas “grupos de um”. Nos institutos de pesquisa do CNPq, também há vários “grupos de um”. Então, evidentemente, há espaço. Esse fracionamento é ruim para a pesquisa em geral. É verdade, muitos méritos são conquistados por pesquisadores individuais, mas acho que aumentar o número de estudos feitos em cooperação, como propõe o projeto, vai beneficiar bastante a pesquisa no país.

**Arnaldo** – *Na verdade, a avaliação é o cerne do problema. Quem garante que as pessoas que chegaram a certa posição não vão fazer tudo para impedir que outros possam competir também por esses recursos?*

**Moysés** – Não é novidade que quem faz qualquer pedido de financiamento a qualquer agência é avaliado. O organismo que avalia tem que ser o mais confiável possível e tem que fazer isso com isenção. Obviamente é questão de mérito. E o organismo mais adequado, na época e ainda hoje, é o CD do CNPq, onde está representada a comunidade científica no nível mais alto do governo. Não foi criado um CCT e tudo indica que não será criado tão cedo.



**HAVERÁ ACOMPANHAMENTO: O GRUPO QUE NÃO FUNCIONA DIREITO PERDE O APOIO.**

**Reinaldo** – *Existe uma tradição de financiamento à pesquisa no Brasil em que a avaliação é feita para entrar no sistema e não para excluir. Para o projeto de Laboratórios Associados não seria absolutamente necessária a constituição de um mecanismo que reverta esta tendência?*

**Moysés** – Neste último período de dois anos em que fui membro do CD do CNPq foi feito estudo aprofundado sobre a atuação dos Comitês Assessores (CAs), para se analisar até que ponto os critérios de inclusão dos pesquisadores nas bolsas de pesquisa eram corretos. O resultado, após pesquisa de mais de um ano, foi uma crítica a alguns comitês e a conclusão de que, na grande maioria dos casos, o julgamento estava sendo muito bem feito. A preocupação com a escolha dos membros dos CAs tem sido enorme. Nas listas dos membros dos CAs do CNPq constam os nomes dos grandes cientistas brasileiros de diversas áreas. Em segundo lugar, não é verdade que as pessoas não saem do sistema. Há vários casos de pesquisadores, cujas bolsas de pesquisa não são renovadas. É verdade que há muito mais julgamento de pedidos do que acompanhamento da pesquisa. Exatamente por isso, na proposta dos Laboratórios Associados, há um ponto essencial: o acompanhamento deve ser realizado por comissão designada especialmente para cada caso. Se uma entidade não estiver funcionando direito, dentro do período de aviso prévio (cerca de dois anos), poderá não receber renovação.



**ROMPENDO AS BARREIRAS DOS DEPARTAMENTOS.**

**Cássio** – *Uma vez você disse que o maior mal da Universidade é a estrutura departamental. Os Laboratórios Associados não teriam essa estrutura?*

**Moysés** – Uma das idéias mais importantes do projeto, a meu ver, é exatamente que ele rompe a barreira dos departamentos. É cada vez mais importante para a pesquisa trabalhar com várias disciplinas, de diversos departamentos, inclusive pessoas fora da universidade ou instituto. O projeto é totalmente flexível para isso. Você pode fazer um trabalho que envolva biologia, química, matemática e física, sem o menor problema.

**Yonne Leite** – *Como reage à crítica de que o projeto tenderia a reforçar as diferenças graves existentes entre grupos avançados e já desenvolvidos, deixando à margem aqueles que não atingiram grau de excelência?*

**Moysés** – Exatamente por causa desta preocupação, o projeto contém várias cláusulas sobre o papel dos grupos emergentes: “Entre os critérios de aceitação terão especial relevância: item 3 – As vantagens para a entidade decorrente da associação, particularmente de sua estabilidade.” No caso de grupos com o mesmo grau de excelência, dar-se-á preferência ao que tiver menos recursos. O item 4 diz: “O grau de colaboração da entidade com outros grupos nacionais, particularmente com grupos emergentes”. Além disso, quando se fala em bolsa de pesquisa: “pesquisadores sem vínculo empregatício poderão participar de uma entidade associada no máximo pelo prazo de duração do convênio. Podem ser incluídos nessa categoria pesquisadores com compromisso de incorporação subsequente a um grupo emergente.” Portanto, há pelo menos dois artigos em que se prevê aqui exatamente o papel de uma entidade mais estabelecida em ajudar um grupo emergente a se consolidar. Em segundo lugar, são mantidas todas as outras formas de financiamento. Ao criar recursos novos para amparar os grupos que já estão com esse grau de evolução, o programa libera verbas para quem tem menos ou grupos emergentes.



**“A IDÉIA É MELHORAR A UNIVERSIDADE POR DENTRO.”**

**Cássio** – *Quando se tenta criar algo novo no Brasil, há sempre um bloco contrário, alegando que antes deve-se melhorar o que está aí. Há muita resistência neste sentido?*

**Moysés** – Até que ponto se está criando algo novo? A preocupação, exatamente devido ao estudo sobre agências realizado

pela comissão SBPC-ABC, foi respeitar as modalidades de financiamento existentes. Então, nesse sentido, não há nenhuma novidade. Como um projeto de pesquisa tipicamente tem a duração de cinco anos, um tipo de financiamento em que a pessoa tem que apresentar um pedido de auxílio a cada dois anos, cria divisão artificial. Quando o pesquisador vai renovar o convênio, apresenta o mesmo projeto com alguns resultados a mais. Num compromisso de mais longo prazo, já se está poupando burocracia, trabalho das agências e da pessoa. Por outro lado, sobra mais tempo para acompanhar as pesquisas. Portanto, estamos querendo melhorar o modo como o sistema é financiado e a forma como é feito o acompanhamento hoje. Além disso, a idéia é de melhorar a Universidade por dentro.

**Montserrat** – *O projeto criaria nova cultura de avaliação?*

**Moisés** – É a idéia. Hoje não há este tipo de avaliação e acompanhamento do projeto ano a ano.

**Reinaldo** – *A instituição do projeto não requer mecanismos especiais de avaliação mais potentes?*

**Moisés** – Sim. Este será o grande papel do CD do CNPq. Não vejo outro órgão capaz de realizar a tarefa. O Conselho obviamente não poderá julgar 300 pedidos, mas terá que recorrer, não só aos mecanismos existentes, como os CAs atuais, como também a consultores *ad hoc* e, em muitos casos, a consultores no exterior.



**“O CONSELHO DA FINEP NÃO TEM GARRAS NEM DENTES PARA OPERAR COMO DEVIA.”**

**Reinaldo** – *Você insiste em que o órgão adequado para gerenciar o projeto é o CD do CNPq. Isto não colide, no plano político, com a proposta de que os Laboratórios Associados sejam programas multiagências? Não deveria haver instância superior, como uma câmara do CCT?*

**Moisés** – Quando o projeto foi montado não existia um CCT e a comissão SBPC-ABC formulou sua proposta com três itens: 1) Mudança dos estatutos do CNPq, o que foi adotado quase na íntegra; 2) A mudança dos estatutos da Finep e a criação de CD do FNDCT (Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). À época, alegou-se que a criação do CD da Finep não seria possível, porque a Finep é empresa pública. Só que esse argumento não procede, porque ninguém precisa que o CD seja da Finep. É o CD do FNDCT. Esse programa também foi reiterado ao ministro Vargas. Ele concordou que o atual Conselho da Finep não tem esse papel, é só consultivo. Justamente aí está o problema. Não sendo deliberativo, o Conselho da Finep não tem garras nem dentes para operar como devia. O dia em que for criado o CD do

FNDCT, certamente ele fará parte do sistema de avaliação. Será um órgão conjunto dos dois Conselhos. Você precisa ter Conselhos equivalentes nas demais agências e órgãos análogos nos ministérios. Aliás, essa é uma das reivindicações do Ministério da Saúde. No encontro da comunidade científica com o presidente Fernando Henrique, em 15 de dezembro, foi-lhe apresentado um pedido para criar no Ministério da Saúde uma secretaria de C&T que deveria ter órgãos deliberativos com a participação da comunidade científica. Isso, a meu ver, tem mais chance do que um CCT que deve convocar ministros e o presidente da República. O CD do CNPq foi proposto, porque, desses órgãos todos, é, por enquanto, o único real. Além disso, os presidentes da Finep e da Capes têm assento nele.



**“O EXCESSO DE CONCENTRAÇÃO DA PESQUISA EM SÃO PAULO NÃO É BOM NEM PARA SÃO PAULO.”**

**Cássio** – *Onde seriam instalados os Laboratórios Associados?*

*O que norteia o julgamento: o paternalismo estatal ou a competência. Se for pela competência, o projeto tenderá a ficar concentrado no eixo Rio-São Paulo.*

**Moisés** – A questão regional sempre surge na escolha dos membros dos CAs. Sempre se procura respeitar o critério de ter o máximo de representatividade regional. Como Einstein dizia, “um problema deve ser tornado tão simples quanto possível, mas não mais que isso”. Você deve respeitar ao máximo esse critério, mas há um limite. Se você vai além dele, começa a prejudicar o resto do país. Quando um pedido de auxílio de qualquer parte do país não é bem julgado, não se está contribuindo para formar um bom grupo de pesquisa lá. É claro que é preciso ter a preocupação de descentralizar. Por isto, são necessárias ações especiais para fomentar grupos emergentes. Também vejo com muita preocupação o excesso de centralização da pesquisa em São Paulo, o que não é bom nem para São Paulo.

**Yonne Leite** – *Os Laboratórios Associados tendem a privilegiar as áreas das chamadas Ciências Exatas em detrimento das Ciências Humanas?*

**Moisés** – Não vejo a menor razão para se temer isto. Os Laboratórios Associados tendem a privilegiar a qualidade em qualquer área. Eu diria que há áreas de ciências exatas e da natureza muito mais fracas no Brasil do que certas áreas de ciências humanas muito melhor estabelecidas.

**Cássio** – *Quanto se requer para dar o primeiro impulso ao projeto?*

**Moisés** – US\$ 50 milhões.



## OS INSTITUTOS PRÓPRIOS DO MCT NÃO PODEM SE CANDIDATAR À LABORATÓRIO ASSOCIADO.

**Cássio** – *Quando você fala em Laboratórios Associados, essa verba seria destinada a construção de prédios ou compra de equipamentos?*

**Moisés** – Construção de prédios é excluída de qualquer modalidade de financiamento que as agências de fomento dão no país. Como os Laboratórios Associados usam as modalidades existentes de financiamento, não há verba para construção civil. A verba é para projetos de pesquisa nos quais podem ser incluídos compra de equipamentos, material de consumo, coleções de livros e revistas, bolsas etc. Um ponto deve ficar bem claro: nenhum Instituto próprio do MCT vai se candidatar à Laboratório Associado. Na França, o CNRS tem os seus laboratórios próprios, o governo dos Estados Unidos tem laboratórios nacionais. Laboratório próprio tem *status* permanente, enquanto laboratório associado é totalmente transitório. Pode existir por cinco anos e depois acabar, dependendo do projeto.

**Arnaldo** – *A questão da infra-estrutura dos Laboratórios não seria o ponto mais importante para boa parte da comunidade científica?*

**Moisés** – No caso das Universidades, infra-estrutura (instalações físicas, administração) deve ser obrigação do Ministério da Educação. Claro que há situações precárias quanto à secretaria e à burocracia da Universidade. Mas a forma de resolver o problema é através do MEC e não de auxílios à pesquisa. Na reunião com o presidente Fernando Henrique falou-se na questão da estrutura. Aí entra-se naquilo que se chama Regime Jurídico Único, no mínimo incompatível com o funcionamento de universidades e institutos de pesquisa. É regime absurdo: os funcionários consideram que só devem obediência ao presidente da República e não têm o menor compromisso com o departamento, com o instituto ou com os alunos. Isso é incompatível com a pesquisa, com a universidade, para não dizer com o serviço público em geral. Acho que deveria haver, junto com a autonomia das Universidades, regime totalmente diferente.

**Reinaldo** – *Como seria esse regime?*

**Moisés** – Isso também foi mencionado na reunião com o presidente. Acho que a única forma de mudar isso, sem mudar a Constituição de modo mais amplo, é através do contrato de gestão. O sistema foi implantado com êxito no Hospital Sarah Kubitschek, aparentemente instituto modelo. O hospital é instituição pública, mas não governamental. Quer dizer, recebe verbas do governo, presta contas ao Tribunal de Contas, mas tem autonomia para cumprir seus projetos. O governo cobra anualmente a execução das metas contratadas.

**Reinaldo** – *Se a questão é manter a competência, porque as Instituições do CNPq estão fora do projeto, já que estão igualmente desprotegidas?*

**Moisés** – Acabamos de passar dois anos numa Comissão de Avaliação, estudando os Institutos de Pesquisa do CNPq e do MCT. Temos uma visão muito clara de sua situação. Recomendamos que essas instituições possam usar os contratos de gestão. Elas devem ter autonomia para isto, até porque um projeto de pesquisa é transitório e requer mão-de-obra por tempo determinado. Hoje, tais pessoas teriam que fazer concursos e ficarem permanentemente na instituição porque participaram de um projeto. Também vamos propor orçamentos plurianuais para os institutos do governo. Esse tipo de proteção deve valer também para eles. A diferença é que eles já estão permanentemente como Institutos pertencentes às agências que vão estar financiando os Laboratórios Associados. Se o Conselho não organiza seus próprios Institutos neste padrão, que sentido tem ele organizar outros? Eles vão competir pelos mesmos recursos, quando a idéia é estender para fora.

**Reinaldo** – *Tenho a impressão de que na medida em que se navega de uma equipe de pesquisa associada para uma unidade de pesquisa associada (de maior porte), aumenta-se o risco de investimento. Isso ocorreu na década de 70, durante os financiamentos do FNDCT. Muitas vezes, acontecia que numa instituição maior, apesar de haver vários grupos de excelência, havia também outros francamente medíocres.*

**Moisés** – A idéia é a seguinte: se houver uma unidade maior, ela deverá ser resultado da agregação de várias equipes, ou seja, você começa financiando equipes. Eventualmente, se há um grupo maior de equipes que tenham uma pesquisa comum, então você poderá ter um projeto maior. Na França, há laboratórios associados de grande mérito com cerca de 40 a 50 pesquisadores distribuídos por 10 ou 12 equipes diferentes. Portanto, acho que não há nada contra isso.

**Cássio** – *Como os Laboratórios Associados poderiam ampliar a participação da iniciativa privada na pesquisa?*

**Moisés** – O que falta principalmente é política industrial. Algo que existe ainda muito menos que política científica. A estatística, que considero já bastante otimista, estima que o investimento da Indústria em pesquisa chega a 10% do total, o restante é feito pelo governo. Nos países em que a política industrial realmente favorece o desenvolvimento, a participação da Indústria na pesquisa é de 50%. Então o que falta é que as indústrias entrem com capital, e que a mentalidade mude.

**Cássio** – *Os Laboratórios Associados poderiam ajudar para isso acontecer?*

**Moisés** – O projeto não foi pensado nesses termos. Agora, não

vejo nenhum impedimento. A idéia é que os Laboratórios Associados sejam um mecanismo bem flexível. Acho até que a participação da iniciativa privada é essencial. Hoje em dia, já não se tem onde colocar o pessoal que a gente forma. Então, há condições para as indústrias investirem e participarem do financiamento dos laboratórios. No entanto, tem que ficar bem claro que isso é um convênio com finalidades e objetivos bem-definidos. Além disso, os projetos que envolvam a iniciativa privada, realizados dentro das Universidades, devem ser de domínio público.

**Cássio** – *A Fapesp determina que o gasto com administração não passe de 4% ou 5% do orçamento. Os Laboratórios Associados criam algo parecido?*

**Moisés** – A barreira é zero por cento, porque não há qualquer gasto administrativo. Nenhuma agência dá dinheiro para se contratar secretária. Usa-se o mecanismo das agências.

**Cássio** – *Não há outro meio de melhorar a Universidade sem os Laboratórios Associados?*

**Moisés** – A resposta está no relatório de Laurent Schwartz. Ele observa que antigamente os recursos eram distribuídos um pouco ao acaso pelas Universidades francesas, causando grande desperdício. Os Laboratórios Associados do CNRS, fundado em 63, mudaram completamente a situação. Ele diz exatamente que, ao focalizar a atenção sobre os melhores grupos dentro da Universidade, criando um rótulo de qualidade, outros grupos serão encorajados a fazer o mesmo. Então me parece o mecanismo mais lógico: melhorar a Universidade a partir daquilo que ela já tem de melhor. Está-se encorajando a cooperação entre os grupos, o mérito e vencendo as barreiras de departamentos. Entendo que esses são os mecanismos mais óbvios para melhorar a Universidade, mas é tarefa para mais de uma geração.



**DEVE-SE FORMAR OS QUE ESTÃO FALTANDO  
A PARTIR DOS MELHORES QUE JÁ EXISTEM.**

**Arnaldo** – *Esse projeto vai apoiar pesquisadores que já estão trabalhando e na verdade vão trabalhar de qualquer forma. Vai dar mais conforto a essas pessoas.*

*Mesmo um projeto que privilegie cinco mil cientistas é muito pouco para o tamanho do país.*

*Qual seria o projeto para melhorar as Universidades que estão fora dessa elite?*

**Moisés** – Exatamente o que acontece com esses cinco mil cientistas é que têm estado, durante muitos anos, sujeitos a flutuações de estrutura do governo e até de salário. Ficamos então em desvantagem total em relação a um grupo de pesquisa no exterior. Se esses recursos são garantidos por cinco anos para a realização do projeto, é uma mudança total de cultura e acho que isso vai estimular tremendamente a pesquisa no Brasil. O projeto beneficiará, de início, cinco mil e não 50 mil, mas é claro que se deve formar os que estão faltando a partir dos melhores que já existem.

**Arnaldo** – *Não bastaria estabelecer que as agências de fomento à pesquisa respeitassem continuamente seus orçamentos? Será que os orçamentos para os Laboratórios Associados também serão honrados?*

**Moisés** – A idéia é que os orçamentos sejam plurianuais. Isto já existe legalmente. O Congresso, portanto, pode e deve aprovar orçamentos de cinco anos. Mas garantias absolutas, no Brasil, ninguém pode dar.

**Arnaldo** – *Quem gerenciará os recursos? Qual é a relação dos Laboratórios Associados com a instituição sede?*

**Moisés** – Como em qualquer auxílio ou convênio, há um termo de compromisso. Escolhe-se um instituto sede. A proposta prevê que se for uma entidade maior, poderá ter uma espécie de conselho de gestão próprio. Além disso, para o convênio ser assinado, as entidades participantes têm que garantir que o nível de apoio dado antes da associação continue. Isso é essencial. Nas universidades, quando o pesquisador pede um auxílio, é preciso ter a aprovação do seu chefe imediato. A idéia é ter alguma autoridade dentro da universidade que assuma essa função.

**Montserrat** – *O presidente aprovou a proposta. Que fazer imediatamente para começar o processo?*

**Moisés** – Falta agora que o MCT, as agências e o CD do CNPq implementem um orçamento e uma regulamentação mais atualizada do projeto. O orçamento tem que passar pelo Congresso. Há dois anos consecutivos vem sendo colocada no orçamento, enviado pelo CD ao MCT, uma alínea sobre Laboratórios Associados, para ser defendida depois no Congresso. Ocorre que a versão final do orçamento costuma ser aprovada às escondidas, para ninguém ver como se fez a mexida final. O orçamento para financiamento de pesquisa deve ser plurianual. Um compromisso de cinco anos.



# O projeto dos Laboratórios Associados

**DE ONDE VEIO, O QUE PRETENDE, COMO DEVE FUNCIONAR E QUANTO DEVE CUSTAR.**

O documento que propõe a criação dos Laboratórios Associados, ou seja, do "Programa de Entidades de Pesquisa Associadas", foi aprovado pelo Conselho Deliberativo (CD) do CNPq em sua 12ª Reunião, realizada em 16 e 17/09/87, e encaminhado ao então ministro da Ciência e Tecnologia, Brasília, Luís Henrique da Silveira, em 14 de janeiro de 1988, pelo então presidente do CNPq, Crodowaldo Pavan.

Pavan lembra que o documento "Ciência e Tecnologia na Nova República: análise e perspectivas", apresentado ao MCT em novembro de 1985 pela Comissão de Sociedades Científicas, inclui, em caráter urgente, a recomendação "assegurar às Instituições e aos grupos mais produtivos em pesquisa auxílios plurianuais que permitam continuidade e estabilidade em seus programas de trabalho". Destaca também que o debate nacional "Ciência e Tecnologia numa sociedade democrática", realizado em dezembro de 1985, aprovou esta recomendação: "É conveniente que os grupos de pesquisa com competência e produtividade comprovadas possam negociar o financiamento de sua pesquisa por períodos mais longos (três a cinco anos), a fim de assegurar a continuidade dos trabalhos. Paralelamente, devem existir recursos para assegurar a consolidação dos grupos emergentes."

Pavan cita o Terceiro Plano Nacional de Pós-Graduação (III PNPG), segundo o qual "ainda persistem alguns problemas organizacionais que têm dificultado o processo de institucionalização da pesquisa e da pós-graduação nas universidades brasileiras, porque essas atividades são ainda fundamentalmente dependentes de recursos extra-orçamentários. São também inerentemente vulneráveis e requerem longos prazos de maturação". O Plano acrescenta que "os financiamentos exclusivamente de curto prazo, têm contribuído sobremaneira para a instabilidade dos grupos de pesquisa, os quais, freqüentemente, interrompem, temporária ou definitivamente, seus trabalhos de investigação científica; as administrações das instituições e os pesquisadores têm sido obrigados a dispensar enorme esforço e tempo na elaboração continuada de projetos destinados à captação de recursos para manutenção de atividades de pesquisa".

O III PNPG constatou igualmente, frisa Pavan, que "há ainda

muito progresso a ser alcançado no que se refere à definição de atribuições e à harmonização do aparato governamental para coordenação e fomento das atividades de pesquisa e pós-graduação. No âmbito de cada agência, há muito o que ser aperfeiçoado, tanto em referência à participação mais intensa da comunidade científica em todas as suas atividades, quanto à coordenação de mecanismos, critérios e procedimentos que, via de regra, são imaginados como complementares, mas que são implementados de forma dispersa e independente".

O "Programa de Entidades de Pesquisa Associadas", conclui Pavan, "visa ao atendimento dessas persistentes reivindicações da comunidade científica e tecnológica, levando em conta as sugestões resultantes de amplo debate pela comunidade de uma versão preliminar da proposta".

Eis os pontos principais do projeto, segundo Pavan:

**A) Estabilidade do apoio aos grupos de pesquisa de qualidade comprovada.** A idéia central é proteger grupos que já estabeleceram tradição de pesquisa de alta qualidade, de flutuações nas práticas administrativas e orçamentárias, através da alocação de recursos por prazo de cinco anos, renováveis, com notificação prévia, por mais dois anos.

**B) Fortalecimento da pesquisa nas universidades.** Conforme observou a Comissão Nacional de Reformulação da Educação Superior, em seu relatório de novembro de 1985, "é nas Universidades brasileiras que está concentrado o maior e mais qualificado contingente de pesquisadores em Ciência e Tecnologia do país, e é delas que provém grande parte da melhor pesquisa que o Brasil produz". Na expressão de Laurent Schwartz, "Não há exemplo de país desenvolvido com uma universidade subdesenvolvida; a degradação da universidade nos conduz ao subdesenvolvimento".

O programa prevê atuação integrada do MCT e do MEC através, principalmente, das suas agências tradicionais de fomento – CNPq, FINEP e CAPES. As modalidades de auxílios utilizadas por esses órgãos já são rotineiramente aceitas nas universidades. As entidades associadas, no âmbito das universidades, inserem-se na estrutura acadêmica normal, respeitando suas normas regulamentares, em particular no acesso à carreira docente e atendendo ao princípio da integração harmoniosa entre pesquisa e ensino.

**C) Flexibilidade.** O Programa pode ser adaptado a grande variedade de situações. Atende a entidades de porte menor (equipes) ou maior (unidades). Uma equipe poderá ser consti-

tuída, por exemplo, por um subgrupo de um ou mais departamentos universitários. Uma unidade poderá abranger todo um departamento ou programa, vários subgrupos de departamentos diferentes (inclusive de instituições diferentes), um instituto ou centro na sua totalidade. Uma forma possível de constituição de uma unidade é a agregação de várias equipes anteriormente constituídas. O Programa poderá permitir que pesquisadores de mérito comprovado, filiados a departamentos ou instituições diferentes, empreendam, em colaboração, pesquisas de caráter multidisciplinar, com o aval das instituições a que pertencem.

**D) Utilização de modalidades de auxílio já existentes.** Tal utilização facilita a execução do Programa, uma vez que as agências já estão familiarizadas com os procedimentos operacionais empregados. Cada agência deverá participar, em princípio, segundo sua vocação e modalidades de fomento tradicionais.

**E) Simplificação e racionalização dos procedimentos operacionais.** Boa parte das solicitações encaminhadas às agências de fomento são oriundas de grupos de pesquisa bem estabelecidas. Para os pesquisadores, será um grande desafogo desobrigar-se de encaminhar às agências – anual ou bianualmente, projetos de pesquisa completos, quando a duração típica de um projeto ou linha de pesquisa é da ordem de cinco anos. Os procedimentos serão simplificados ao máximo. Para as agências, será evitada a repetição de um processo que empata, desnecessariamente, uma fração considerável do tempo do corpo técnico, permitindo maior atenção ao acompanhamento e aproveitamento dos resultados. A consolidação das diversas modalidades de fomento das três grandes agências em um convênio único reduzirá grandemente a redundância na documentação a ser processada e permitirá maior racionalidade na alocação dos recursos.

**F) Responsabilidade do CD pelo credenciamento.** Um programa baseado em qualidade e mérito comprovados pressupõe mecanismo válido de avaliação pelos pares. A responsabilidade pelo credenciamento, que deve representar um reconhecimento de qualidade e expressar confiança na manutenção de uma tradição de pesquisa, fica a cargo do CD do CNPq, onde a comunidade científica e tecnológica está representada ao lado dos dirigentes das agências governamentais. Entretanto, haverá necessidade de assessoramento, variável conforme o caso. Para uma Equipe de Pesquisa Associada, poderá ser suficiente um parecer do Comitê Assessor da especialidade. Para uma Unidade de Pesquisa Associada, poderá ser necessário recorrer a mais de um Comitê Assessor ou constituir uma comissão especial para a negociação do convênio com as agências, que poderão utilizar seus mecanismos próprios de avaliação. O intervalo de dois anos e meio para a primeira renovação deixa um interstício de seis meses para a negociação e a decisão relativa ao convênio.

**G) Acompanhamento e avaliação.** O CD e as agências fi-

nanciadoras disporão de instrumentos para acompanhamento e avaliação de cada convênio através do relatório e plano diretor anuais e dos pareceres e relatórios anuais da comissão de acompanhamento. A comissão de acompanhamento deverá ser composta pela quantidade mínima de membros necessária para esta finalidade, de acordo com as proporções e a natureza da entidade associada.

**H) Coordenação.** Para uma Equipe de Pesquisa Associada, bastará a designação de seu coordenador. Para uma Unidade de Pesquisa Associada, poderá ser necessária a formação de um Conselho Coordenador, por exemplo, quando tiver caráter interdepartamental ou interinstitucional. Tanto o Coordenador como o Conselho Coordenador são designados para os fins específicos do convênio, sem prejuízo da estrutura acadêmica e administrativa regulamentar da instituição sede.

**I) Apoio aos grupos emergentes.** O Programa estimulará esse apoio de duas formas: pelo peso que a colaboração com grupos emergentes deverá ter no credenciamento e pela possibilidade de treinamento de pesquisadores junto à entidade, previamente a sua incorporação a um grupo emergente.

**J) Recursos.** Ainda que o Programa deva utilizar-se dos mecanismos e procedimentos já existentes nas agências, certamente haverá necessidade de incorporar recursos novos, adicionais aos já previstos para a operação normal das agências. A partir do início da implementação do Programa, a necessidade de recursos deverá ser definida, preferencialmente, em orçamentos plurianuais. É recomendável que a implantação do Programa seja gradual, incorporando a cada ano um certo número de Equipes e Unidades Associadas.

**K) Outras modalidades de financiamento.** O Programa de Entidades de Pesquisa Associadas deve ser entendido como nova modalidade de financiamento, que em nada deverá afetar a continuidade de todas as demais modalidades de financiamento à pesquisa já existentes, às quais devem ser assegurados recursos independentes dos que forem destinados a este Programa.

Recorde-se ainda que o projeto foi elaborado com base no documento "Entidades de Pesquisa Associadas", aprovado pelo CD do CNPq em sua 3ª Reunião, em 12 e 13/11/86, como "Texto Básico" para discussão, e enviado às diretorias da CAPES, do CNPq e da FINEP para estudo. Este texto, enviado em 06/87 às Associações Científicas e às Coordenações de Cursos de Pós-Graduação, solicitando discussão ampla e apresentação de emendas e sugestões, foi publicado em *Ciência Hoje*, vol. 6, nº 32 (junho de 1987) e debatido em Mesa Redonda na 39ª Reunião Anual da SBPC, em 07/87. A versão aprovada pelo CD incorpora ao texto inicial diversas emendas, resultantes dessas discussões.

Eis a íntegra do projeto, acompanhada de proposta de orçamento para o 1º quinquênio (1989-93), preparado por Moysés Nussenzeig, em 18 de julho de 1988:



## PROGRAMA DE ENTIDADES DE PESQUISA ASSOCIADAS.

### 1. Tipos de entidades

As entidades de pesquisa associadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e/ou Ministério da Educação (MEC) são de dois tipos:

- a) Equipe de pesquisa associada (formada por cinco a 10 pesquisadores com um programa comum de pesquisa).
- b) Unidade de pesquisa associada (formada por várias equipes de pesquisa com uma área comum de pesquisas).

### 2. Agências financiadoras

As agências financiadoras de entidades de pesquisa associadas são a FINEP e/ou o CNPq e/ou a CAPES.

### 3. Convênio de associação

O Convênio de associação entre a instituição sede e as agências financiadoras terá a duração de cinco anos, renovável. A instituição será notificada da renovação ou do cancelamento com antecedência mínima de dois anos. Remanejamentos ou suplementações durante o prazo de vigência serão objeto de termos aditivos.

Todas as modalidades de auxílios e bolsas concedidas pelas agências financiadoras poderão ser utilizadas. Os procedimentos operacionais para utilização e remanejamento dos recursos serão simplificados no grau máximo compatível com as exigências regulamentares das agências financiadoras e da instituição sede.

### 4. Credenciamento como entidade associada

As candidaturas a entidade associada serão apreciadas pelo Conselho Deliberativo do CNPq, ao qual caberá a decisão, que é pré-requisito para o convênio. O Conselho Deliberativo poderá designar comissões especiais para assessorá-lo com essa finalidade. O reexame da situação da entidade, de cinco em cinco anos, determinará se a associação será ou não renovada. A primeira renovação será examinada decorridos dois anos e meio do início do convênio.

Entre os critérios de aceitação, terão especial relevância:

- (i) o mérito comprovado dos pesquisadores da entidade;
- (ii) o mérito do programa de pesquisas proposto;
- (iii) as vantagens para a entidade decorrentes da associação, particularmente para sua estabilidade;
- (iv) o grau de colaboração da entidade com outros grupos nacionais, particularmente com grupos emergentes.

### 5. Compromisso da instituição

A instituição sede se compromete a garantir, durante o prazo de vigência da associação, a manutenção do apoio material e

financeiro aos membros da entidade associada pertencentes aos seus quadros, em níveis no mínimo equivalentes àqueles em vigor antes da assinatura do convênio.

### 6. Compromisso das agências financiadoras

As agências financiadoras se comprometem a incluir em seus orçamentos anuais, em caráter prioritário, os recursos necessários para o cumprimento dos termos do convênio com cada entidade de pesquisa associada.

Poderá ser estipulada uma contrapartida pela prestação de serviços gerais pela instituição.

O MCT e o MEC providenciarão para que sejam encaminhadas ao Conselho Nacional propostas de orçamentos plurianuais para atender às despesas previstas com este programa.

### 7. Relatório e plano diretor anuais

A entidade associada encaminhará anualmente ao Conselho Deliberativo do CNPq e às agências financiadoras o relatório de suas atividades no ano precedente e um plano diretor das atividades previstas para o ano seguinte.

### 8. Comissão de acompanhamento

Para cada convênio com uma entidade de pesquisa associada, será designada pelo Conselho Deliberativo do CNPq uma comissão de acompanhamento do convênio, formada por pesquisadores da área de pesquisa contemplada no convênio, não pertencentes à instituição sede. Caberá a essa comissão:

(a) Apreciar o relatório anual de atividades e o plano diretor anual da entidade associada, encaminhando pareceres circunstanciados sobre os mesmos ao Conselho Deliberativo do CNPq e às agências financiadoras.

(b) Viabilizar a entidade associada anualmente, a partir da data de início do convênio, enviando relatório circunstanciado de cada visita efetuada ao Conselho Deliberativo do CNPq e às agências financiadoras.

### 9. Coordenador

Para fins do convênio, será designado como coordenador de uma entidade de pesquisa associada um de seus membros, escolhido de comum acordo entre a instituição sede e o Conselho Deliberativo do CNPq. O Coordenador da entidade será também o coordenador do convênio.

### 10. Conselho Coordenador

No caso de uma unidade de pesquisa associada, poderá ser constituído, a critério do Conselho Deliberativo do CNPq, um Conselho Coordenador da unidade, para os fins do convênio. O Conselho Coordenador, presidido pelo Coordenador, terá 50% de seus membros pertencentes ao quadro permanente da entidade: os demais 50% serão constituídos por pesquisadores

da área de pesquisa contemplada, externos à instituição sede e designados pelo Conselho Deliberativo do CNPq, havendo acordo entre as partes sobre todas as designações. Caberá ao Conselho Coordenador aprovar o relatório anual, bem como as propostas de renovação do convênio, antes de seu encaminhamento ao Conselho Deliberativo do CNPq e às agências financiadoras.

### 11. Bolsas de pesquisa

Bolsas de pesquisa pleiteadas pelos pesquisadores de entidades de pesquisa associadas serão submetidas à tramitação normal. Existirão, entretanto, as seguintes diferenças com relação às bolsas de pesquisa normais:

(a) Serão mantidos os tetos das bolsas para as diferentes categorias, mas serão eliminados os tetos de contribuição do CNPq.

(b) Um pesquisador sem vínculo empregatício (com o teto de bolsa pago integralmente pelo CNPq) poderá participar de uma entidade associada no máximo pelo prazo de duração de um convênio. Poderão ser incluídos nesta categoria:

(i) pesquisadores para os quais a instituição sede se compromete abrir oportunidade de acesso regulamentar a seus quadros com a máxima brevidade possível;

(ii) pesquisadores com compromisso de incorporação subsequente a um grupo emergente.

(c) Em qualquer caso, quando a instituição sede for uma instituição de ensino superior, os pesquisadores estarão disponíveis para cumprir as atividades normais de ensino de graduação e/ou pós-graduação previstas para os membros do quadro docente, mesmo que ainda não tenham ingressado nele.



### ORÇAMENTO DAS ENTIDADES DE PESQUISA ASSOCIADAS 1º QUINQUÊNIO: 1989-1993.

Esta proposta orçamentária diz respeito ao "Programa de Entidades de Pesquisa Associadas", encaminhado ao MCT pelo Presidente do CNPq em 14-01-88 (EM/PR/CNPq/0077/88). A proposta foi elaborada com base nas seguintes premissas:

**1.** As entidades foram subdivididas em três categorias típicas, conforme o número de pesquisadores que as compõem:

- Equipes: cinco a 10 pesquisadores.
- Unidades de porte médio: da ordem de 20 a 40 pesquisadores.
- Unidades de grande porte: da ordem de 100 a 200 pesquisadores.

Entende-se por pesquisador um cientista ativo e independente.

**2.** O orçamento médio anual por pesquisador foi estimado a partir dos Relatórios de Atividades de 1987 das Agências Financiadoras federais. Também foram utilizados outros relatórios, tais como: "A Física no Brasil" (SBF), onde se estima o dispên-

dio médio anual por pesquisador em física no Brasil como sendo de US\$ 30 mil (em países desenvolvidos, o número correspondente é duas a três vezes maior). Este número varia conforme a área de conhecimento. Também é preciso levar em conta a necessidade de renovação e atualização de equipamentos, área vital em que os laboratórios estão extremamente carentes e defasados, bem como que o orçamento totaliza recursos da FINEP, do CNPq e da CAPES.

Com base nestes dados, a estimativa anual típica empregada para as três categorias de entidades acima relacionadas foi a seguinte:

- Equipes: US\$ 200 mil/ano.
- Unidades de porte médio: US\$ 800 mil/ano.
- Unidades de grande porte: US\$ 4 milhões/ano.

Estes números concordam razoavelmente bem como exemplos típicos contidos nos Relatórios das Agências Financiadoras.

**3.** Foi prevista a implantação gradual do Programa ao longo de um quinquênio, quando ele atingiria uma situação de equilíbrio ou crescimento mais lento. Cada ano, seria agregado o mesmo número de entidades, de forma compatível com a duração do processo de credenciamento e com uma estimativa *a priori* do número total de entidades. O objetivo seria, ao final de cinco anos, ter incluído a maior parte dos grupos de pesquisa potencialmente qualificados dentro dos critérios do Programa.

**4.** Os números propostos são os seguintes:

	5 unidades de grande porte .....	US\$ 20 milhões
<b>1989</b>	15 unidades de porte médio .....	US\$ 12 milhões
	50 equipes .....	US\$ 10 milhões
	Total de 1989 .....	US\$ 42 milhões

Em cada ano consecutivo, entre 1989 e 1993, o orçamento seria acrescido de uma nova parcela de igual valor ao orçamento de 1989, chegando à seguinte situação em 1993:

	25 unidades de grande porte .....	US\$ 100 milhões
<b>1993</b>	75 unidades de porte médio .....	US\$ 60 milhões
	250 equipes .....	US\$ 50 milhões
	Total de 1993 .....	US\$ 210 milhões

O orçamento total a ser comprometido durante o quinquênio 1989-1993 seria de US\$ 630 milhões.

Na França, em 1981, existiam 246 laboratórios associados (correspondentes às unidades) e 595 equipes de pesquisa associadas ao CNRS, além dos laboratórios próprios (157) e equipes de pesquisa próprias (132).

**5.** É essencial ficar claro que estes recursos se destinam ao novo Fundo de Apoio às Entidades de Pesquisa Associadas, representando verbas adicionais às atualmente existentes, sem qualquer prejuízo para as mesmas. Assim, por exemplo, não teria sentido subtraí-las do FNDCT, que deve manter sua existência independente para financiamento de outros tipos de programas. Entretanto, a FINEP poderia funcionar como Agente Financeiro.

# *Da Ilha de Rodes para Coj*

**IMIGRANTES SEFARADIS NO RIO**



# macabana:

## DE JANEIRO



**Vivian Flanzer**

*Museu Nacional/UFRJ.*

*Os judeus que vieram da Ilha de Rodes para o Rio de Janeiro entre 1920 e 30 trouxeram consigo uma tradição cosmopolita: nasceram sob o domínio do Império Otomano e assistiram na infância à conquista da ilha pela Itália (1912). A dominação italiana durou até o fim da Segunda Guerra Mundial, quando a ilha passou a ser território grego. Os judeus de Rodes eram sefaradis, moravam em bairro próprio, e falavam o ladino entre si. Apesar de viverem de acordo com as leis e os costumes judaicos, apropriavam-se de diversas características culturais dos outros habitantes da ilha – gregos, turcos e italianos – falando com fluência suas línguas, além do francês, do inglês e do hebraico aprendidos nas escolas. No Rio de Janeiro, relacionaram-se com brasileiros e outros imigrantes, entre eles judeus de outras origens. Este artigo trata da identidade e da forma de organização social assumida por estes imigrantes que conviveram, e ainda convivem, em meio a tanta diversidade.*

Os sefaradis\* (ver glossário) que vieram da ilha de Rodes para o Rio de Janeiro podem ser divididos em dois grupos quanto ao motivo de imigração. O primeiro grupo compreende aqueles sefaradis que chegaram nos anos 20 e início dos 30 com o propósito de “fazer a América”. Essa era a solução inevitável para a melhora da situação socioeconômica da maioria dos jovens judeus da ilha. Esse grupo também inclui as moças que deixaram Rodes com o propósito de se casar e as famílias que vieram se juntar aos pioneiros.

O segundo grupo é formado por imigrantes que vieram em 1938-39, por um motivo bem diferente: fugiam das perseguições resultantes das leis raciais contra os judeus, promulgadas na Alemanha e na Itália fascista, inclusive em Rodes, então território italiano. Se o primeiro grupo restringiu-se aos mais pobres, o segundo é formado principalmente pelos judeus que tinham maiores recursos, inclusive para a fuga. Além da condição econômica, estes contaram, sem dúvida, com valioso auxílio dos parentes já estabelecidos no Rio.

## **I** MIGRANTES SEFARADIS E ESQUENAZIS

A literatura existente sobre imigração judaica para o Rio de Janeiro é bastante reduzida e não inclui publicações que tratem especificamente dos sefaradis. Em *Re-*



**Praia de Comburmi, praia chique de Rodes nos anos 20.**

*cordando a Praça Onze*, publicado em 1988, Samuel Malamud descreve a vida social dessa praça onde morava a grande maioria dos imigrantes judeus esquenazis\* e que chegaram no Rio na mesma época que os rodeslis\*.

Os imigrantes esquenazis eram de origem diversa (alemães, poloneses e russos, entre outros) e se comunicavam em *ídiche\**, de modo que muitos nem sentiam a necessidade de utilizar o português. O autor descreve uma comunidade bastante organizada, com instituições de auxílio ao imigrante e ao trabalhador judeu, escolas onde as novas gerações pudessem desfrutar de uma educação judaica, bibliotecas, jornais – a maioria publicados em *ídiche* –, clubes, organização de bailes e peças de teatro também em *ídiche*, além, é claro, das sinagogas.

As formas de organização social e de inserção dos imigrantes esquenazis no Rio de Janeiro eram bastante distintas das adotadas pelos rodeslis. Isso aponta para uma diferenciação interna (ainda pouco explorada) da comunidade judaica do Rio de Janeiro, muitas vezes percebida ‘de fora’ como homogênea e uniforme.

A comparação entre o modo de inserção dos imigrantes esquenazis e dos sefaradis no Rio de Janeiro é fundamental para compreender, através do contraste, aspectos relevantes quanto à identidade e à forma de organização social do rodesli. É importante observar, no entanto, que a diferença entre as duas comunidades, tão marcada no início do século, é hoje muito menos acentuada, pela realização de projetos comuns e pelas relações de casamento e amizade.

## **C**OPACABANA, UM BAIRRO COSMOPOLITA

A reconstrução da trajetória dos sefaradis de Rodes baseou-se principalmente nos relatos de suas histórias de vida. Dentro do universo pesquisado, foi possível estimar através da elaboração de árvore genealógica em 130 o número de imi-



**Praia de Comburmi.**

grantes rodeslis, muitos já falecidos.

Maurice Halbwachs, sociólogo francês, demonstra como a memória é um fenômeno social. Para esse autor, as lembranças individuais apóiam-se nas lembranças de outros indivíduos que, em determinado momento, fizeram parte de um mesmo grupo e que pensavam em comum sob algum aspecto. Quando nos lembramos de algum fato, diz Halbwachs, colocamo-nos do ponto de vista desse grupo e usamos as noções que são comuns a seus membros. Assim, os rodeslis entrevistados não só revelaram suas trajetórias como também a de parentes e amigos já falecidos. Esses apareciam presentes e atuantes, partilhando com o narrador das mesmas ‘noções comuns’ (um interesse, uma ordem de idéias e preocupações, segundo Halbwachs), de modo que a trajetória do ‘grupo’ pudesse ser reconstituída a partir da memória dos sobreviventes.

Os rodeslis que hoje vivem no Rio de Janeiro têm em torno de 80 anos, moram em Copacabana, muito perto uns dos outros, muitos nos mesmos prédios, têm relações de parentesco e se freqüentam,

uns com maior assiduidade que outros.

Virgínia (os nomes citados são pseudônimos) foi a primeira rodesli a aportar no Rio de Janeiro, em fevereiro de 1919. Ela veio com a mãe e a irmã para se encontrar com o pai, que já vivia no Rio há alguns anos, trabalhando para melhorar a situação financeira da família. Nessa época, moravam no centro da cidade, na avenida Gomes Freire, e nos anos seguintes moraram em outros lugares da redondeza, até que, por volta de 1924, mudaram-se para Copacabana.

Sobre esse bairro, Virgínia conta que quando chegaram: *“não existia nada aqui na Av. Atlântica, era tudo areia, tudo areia!... E, depois, fomos nós que inauguramos o Copacabana Palace! Deram um baile e nós fomos aí...”*

## GLOSSÁRIO

**Sefaradi** – (também *sefaradim* ou *sefaradita*) natural de Sefarad, provável região da Palestina. Na Idade Média, esse termo foi aplicado à Espanha e aos judeus que lá viviam. A partir de 1492, quando os Reis Católicos expulsaram todos os súditos que não se converteram ao cristianismo, o termo passou a ser empregado mais especificamente para designar os judeus expulsos da Espanha e seus descendentes, onde quer que residissem: no Norte da África (principalmente no Marrocos), na Itália, no Egito, na Palestina, na Síria e sobretudo nos Balcãs e nas províncias do Império Turco-Otomano. Muitas dessas comunidades receberam também refugiados de Portugal, depois de 1497.

**Ladino** – dialeto judeu-espanhol dos *sefaradis* do Mediterrâneo (os sefaradis do Marrocos falam a *Hakitia*) escrito em caracteres hebraicos. O ladino, idioma no qual foi escrita uma literatura considerável, tem por base o castelhano medieval e contém elementos de ou-

A festa de inauguração do Copacabana Palace aconteceu em agosto de 1924. Naquela época, existia apenas um edifício em Copacabana, o da rua Duvivier. A história do bairro é recente. Até o final do século XIX, era um local desabitado e distante, acessível apenas aos que estivessem dispostos a fazer penosas caminhadas. Essa situação iria mudar com a construção de uma linha de bonde, para a qual foi cavado um túnel que ligava o bairro a Botafogo. Inaugurado em junho de 1822, o hoje chamado Túnel Velho, marcou o nascimento do bairro.

Apesar de jovem, Copacabana já nasceu ‘moderna’. O hotel Copacabana Palace, um ano depois de sua inauguração, abriu um cassino que logo passou a ser freqüentado pela alta sociedade carioca, por po-

tros dialetos espanhóis, do português, do hebraico, do grego e do turco.

**Rodesli** – termo ladino para designar o imigrante judeu originário da Ilha de Rodes. Nos dicionários de língua portuguesa encontra-se apenas a palavra ‘ródio’ (que designa o habitante da Ilha de Rodes), não havendo correspondência para *rodesli*.

**Esquenazi** – (também *askenazita*, *askenazim* ou *ashkenazi*) judeu descendente dos países da Europa centro-oriental, principalmente Alemanha, Polônia e Rússia. *Esquenazis* e *sefaradis* diferem em quase todos os aspectos (tradições e costumes, língua, aparência, condições políticas e sociais) tendo em comum a fé judaica e a origem Palestina.

**Iídiche** – idioma predominante entre os judeus *esquenazis*, o *iídiche* tem por base o alemão medieval e contém elementos do hebraico e do eslavo.

Fonte Principal: Cecil Roth, *Enciclopédia Judaica, Rio de Janeiro, Editora Tradição.*



**Sefaradis na rua Duvivier em Copacabana.**

líticos, artistas e personalidades nacionais e internacionais. Graças ao hotel e ao cassino, Copacabana se tornaria o bairro mais famoso do Brasil, e sua praia uma das mais badaladas do mundo. Mesmo assim, durante os anos 20 e 30, o bairro considerado “chique e aprazível”, “cartão postal do Rio de Janeiro” não era ainda muito habitado, tornando-se local preferido para passeios e piqueniques.

A família de Virgínia não veio sozinha para o novo bairro. Nessa mesma época, outros rodeslis que também moravam no centro mudaram-se para Copacabana. A maior parte dos entrevistados, no entanto, chegou no Brasil após 1924 e instalou-se diretamente em Copacabana, normalmente em casa de algum parente. Quando prosperavam, mudavam de endereço, mas procuravam manter-se perto da ‘família’, morando sempre próximos uns dos outros. O jogo de cartas era a ocasião de encontro da família e dos amigos. Em geral jogavam em casa, e os mais abonados freqüentavam também os elegantes cassinos da cidade, o Copacabana, o Atlântico e o da Urca.

Essas ‘famílias’ eram extensas: incluíam a família da família e os amigos, e eram a base da organização social dos rodeslis. No início dos anos 30, começaram a aumentar muito em função dos casamentos endogâmicos, ou seja, os casamentos ocorridos entre os sefaradis que viviam no Rio de Janeiro, principalmente os originários de países do antigo Império Otomano.

Estes também falavam o ladino\* e tinham costumes muito semelhantes devido à grande circulação e às relações de casamento e parentesco entre os judeus da Turquia (ver 'Judeus de Rodes').

No início dos anos 30, os rodeslis moravam com toda a família em amplas casas, todas alugadas. Por volta de 1935, um rapaz do grupo resolveu comprar, junto com o irmão, um terreno (em Copacabana, é claro) e construir uma casa para sua família. Por coincidência, o terreno ficava em frente ao de uma cliente de sua loja, a nora do ex-presidente Arthur Bernardes.

Preocupadíssima que a nova construção

prejudicasse a vista de sua casa, dona Sofia propôs que os irmãos trocassem o terreno por um outro, onde poderiam construir um prédio de muitos andares. Ela facilitaria a troca de terrenos graças à sua amizade com Duvivier, herdeiro da imobiliária que loteou o bairro e dono da maioria dos terrenos. Os irmãos aceitaram a proposta e construíram um prédio na rua Duvivier. Sua família, que até então dividia uma casa na rua Belfort Roxo, agora 'verticalizava-se', ocupando o edifício da rua Duvivier. Depois dessa iniciativa, muitos outros sefaradis construíram novos prédios, sempre em Copacabana. Esses construtores bus-

cavam vender, em condições facilitadas, os apartamentos para 'gente conhecida', ou seja, sefaradis.

A vizinhança dos sefaradis passou das antigas casas para os edifícios ou apartamentos, verdadeiros espaços de socialização dos jovens. Os filhos dos imigrantes cresceram nos mesmos prédios e fizeram amizade com os vizinhos, filhos dos amigos de seus pais. Dessas amizades surgiram alguns casamentos.

Ao investirem na construção de edifícios, os sefaradis acompanhavam o progresso que transformava com rapidez essa Copacabana dinâmica e sempre moderna,

## S JUDEUS DE RODES

Rodes, a *Ilha das Rosas*, herdou esse nome dos gregos que a conquistaram em 1000 a.C., época de que datam as primeiras informações históricas sobre essa ilha mediterrânea, a 30 quilômetros do território continental da Turquia. Desde então, Rodes passou pelas mais diversas dominações: Pérsia, Esparta, Império Romano, Império Bizantino e Islã, até 1307, quando foi doada aos Cavaleiros de São João de Jerusalém, que construíram o forte e o muro que cerca a cidade, existentes até hoje.

Quando o Império Turco Otomano conquistou Rodes, em 1523, muitos judeus sefaradis que, durante a Inquisição, fugiram para outras partes da Turquia estabeleceram-se nessa ilha. Lá encontraram um pequeno número de judeus românios (judeus que viviam no Império Romano e cujas tradições se diferenciavam tanto dos esquenazis quanto dos sefaradis). Com o passar do tempo, a população sefaradí de Rodes cresceu bastante, em número e influência, impondo seus costumes, inclusive o ladino, aos judeus nativos.

Durante a dominação turca, a população de Rodes constituía-se de turcos (muçulmanos), gregos (ortodoxos) e judeus. Na ilha, assim como em todo o Império Otomano, o sistema *millet* regulamentava a posição dos diversos grupos religiosos. Conforme esse sistema, os não-muçulmanos eram tolerados como infieis e não tinham direito legal diante do governo muçulmano, que assegurava proteção a cada grupo, mediante o pagamento de uma taxa especial. O *millet* permitia ainda que as diferentes comunidades que formavam o Império se organizassem de maneira quase autônoma, sob a direção do seu chefe religioso.

Essa sociedade pluriétnica, em que as minorias viviam lado a lado segundo suas próprias normas e tradições, se fazia sentir em Rodes a partir da própria distribuição geográfica de seus habitantes: os judeus viviam em seu bairro próprio, a Juderia, dentro da cidade murada. Os turcos na Turqueria, também intramuros, e os gregos (maioria da população) nas numerosas aldeias espalhadas pela ilha ou, em menor número, em bairros próprios, subúrbios da cidade murada. A população metropolitana de Rodes no início deste século era composta de 5 mil turcos, 4.300 gregos e 4.500 judeus.

Os relatos de infância dos rodeslis que hoje vivem no Rio de Janeiro (e que, em sua maioria, nasceram nos últimos anos da dominação turca, entre 1903 e 1909) descrevem o nascimento na Juderia, onde falavam o ladino; o estudo em escolas judaicas onde aprenderam o hebraico; enfim, o modo de vida judaico.

Caracterizavam-se pela freqüência à sinagoga e pela estrita observância dos rituais e do calendário judaico – a ponto de não saberem a data de seu aniversário, questão irrelevante em Rodes, onde os nascimentos dos judeus não eram registrados em cartórios, mas no livro de rezas, e a passagem do tempo era marcada pelo calendário das festas judaicas. Comiam alimentos considerados puros e aceitáveis pela religião judaica, a alimentação *kascher*, e seguiam os rituais do *shabbat* (sábado em hebraico, o dia do descanso), que consiste de uma reza na sinagoga, seguida de uma reunião familiar em casa. Nessa ocasião são feitas orações e serve-se um jantar com comidas tradicionais. O casamento era endogâmico, isto é, com judeus de Rodes ou sefaradis do Mediterrâneo.

A atividade profissional principal dos judeus de Rodes era o comércio. No entanto, suas condições socioeconômicas não eram as mesmas. Havia algumas poucas famílias com um nível da vida

que entre os anos 20 e 70 teve um índice de crescimento sete vezes maior que o do Rio de Janeiro. A demolição de casas e a intensificação da construção de edifícios foi tão grande que, em meados dos anos 40, Copacabana era considerada como um 'bairro novo'.

Foi no início dos anos 40 que os rodeslis e sefaradis de outras origens alugaram uma casa na rua Pompeu Loureiro, em Copacabana, e fundaram o primeiro CIB (Clube Israelita Brasileiro). O clube funcionava como ponto de encontro de imigrantes que jogavam cartas e dos mais jovens e ainda solteiros, que se reuniam



**Almoço familiar dos judeus em Rodes.**

bastante elevado – os proprietários de lojas, casas de câmbio, bancos, exportador de bebidas alcólicas – e muitas outras que passavam por grandes dificuldades financeiras. Estas buscavam melhoria de vida através da migração, uma vez que as oportunidades de trabalho na ilha eram bastante reduzidas.

Apesar de viverem conforme suas próprias regras, os judeus de Rodes não eram fechados em seu meio. Apropriavam-se de características do vestuário, da culinária, das crenças e de expressões gregas e turcas. Viam com naturalidade o fato das crianças judias de famílias mais abastadas completarem seus estudos no renomado *Collège St. Jean Baptiste*, de padres franceses. Além disso, as viagens faziam parte do cotidiano da Juderia, a começar pelo grande fluxo migratório para a África, América do Norte e do Sul. Era também muito freqüente as viagens de visita aos inúmeros parentes que viviam em outras partes do Império Otomano, principalmente Esmirna e Istambul e as viagens de negócios. Havia ainda os que completavam seus estudos no exterior.

Após quase quatro séculos de dominação turca, Rodes foi ocupada pela Itália em 1912. A ocupação durou 11 anos até que, em 1923, Rodes passou a ser oficialmente italiana, através do Tratado de Lausanne. Essa mudança política, que ocorreu ainda durante a infância dos rodeslis entrevistados, e as novas condições econômicas e sociais daí surgidas, alteraram a vida da comunidade judaica de Rodes de um modo veloz e profundo.

Com a dominação italiana, os judeus de Rodes iniciam um período de abertura e de crescente modernização que se reflete na nova distribuição espacial da ilha. Os italianos instalaram-se num dos subúrbios então habitados por gregos (o *Marash*) e lá construíram suas casas, escolas, teatros e clubes. O *Marash* italiano

passou a ser o centro dos acontecimentos sociais de Rodes, onde os italianos (e as elites gregas, turcas e judias) divertiam-se nas óperas, peças teatrais, concertos de música ao ar livre e grandiosos bailes em homenagem à nobreza e à monarquia italiana que visitava a ilha.

Aos poucos, muitos judeus mudaram-se para o *Marash*, onde construíram casas modernas e confortáveis. Ao desfrutarem da 'modernidade' trazida pelos italianos, a Juderia de aspecto medieval, com suas ruas de pedras, estreitas e tortuosas, passou a lhes parecer 'velha' e 'atrasada'. Além disso, a aproximação com os italianos expunha as diferentes condições socioeconômicas dos judeus: a mudança para o *Marash* só era possível para os mais abonados.

Durante a dominação italiana, de modo muito diferente da turca, os judeus eram considerados *cidadãos* e viviam "como se fossem italianos". Uma das primeiras providências do governo italiano (uma Itália já fascista) foi abrir escolas gratuitas onde as crianças italianas, judias, gregas e turcas aprendessem a língua italiana, e tudo que a ela se referia, desde canções e provérbios populares até clássicos da literatura, além da geografia e história do país. As crianças judias de Rodes (a maioria trocou as escolas judias pelas italianas), assim como as outras, participavam ativamente da programação da juventude fascista desenvolvida pela escola.

Judeus e italianos conviveram próxima e intensamente numa relação que só se abalou com a aproximação da Itália com a Alemanha de Hitler (1937). Em 1943, as tropas nazistas invadiram Rodes. O resultado trágico foi o extermínio total da comunidade judia da ilha. Finda a Segunda Guerra Mundial, Rodes passou a pertencer novamente à Grécia.



Crianças judias no colégio de freiras em Rodes.

para jantar, dançar e ouvir música. No início dos anos 50, o CIB se mudaria para a sede atual, na rua Barata Ribeiro.

Atualmente, esse clube esportivo faz parte do Centro Israelita Brasileiro Bené-Herzl, junto com o Lar dos Velhos Israelitas e a Congregação Religiosa Israelita Beth-El, cuja sinagoga adota o rito e a liturgia sefaradi, e fica ao lado do clube.

O CIB é um espaço de interação social privilegiado para a construção da identidade do grupo. Ali se deram as primeiras relações dos rodeslis com os judeus esquenazis. Se para a maioria dos imigrantes entrevistados essas relações não se estenderam para além das mesas de jogo, o mesmo não pode ser dito em relação a seus filhos, muitos dos quais casaram-se com esquenazis que conheceram no clube.

A maior parte dos rodeslis hoje não frequenta mais o clube que fundaram. Preferem se reunir para jogar ou conversar nas suas casas, pois muitos de seus amigos, que outrora formavam animadas mesas de jogos nos salões do CIB, “não existem mais”. O clube, no entanto, continua em franca atividade e seu quadro de sócios reúne judeus das mais diversas origens, *sefaradis* e *esquenazis*, embora, durante a pesquisa, à maioria dos membros da diretoria fosse esquenazi.

## A INSERÇÃO NO NOVO PAÍS

Quanto à atividade profissional, os rodeslis exerciam o mesmo tipo de ocupação: o comércio, ligado ao setor têxtil e de confecções – pois, pelo menos durante uma época, os imigrantes trabalharam juntos. Os recém-chegados contavam logo com uma forte referência e o apoio de parentes e conterrâneos já estabelecidos para encontrar trabalho e iniciar a nova vida. Por outro lado, os pioneiros valiam-se da ajuda dos recém-chegados para expandirem os negócios. Muitas das associações nos negócios eram também derivadas das alianças de casamentos entre sefaradis.

A atividade comercial exercida pelo grupo possuía um diferencial: era ligada às importações de mercadorias finas (tecidos, rendas, lingerie etc.) da Europa. Para comerciantes de “mercadorias de alta classe”, uma freguesia especial: casas de modas femininas (entre elas a conhecida Casa Imperial) e, principalmente, as “brasileiras de alta classe”, “pertencentes às grandes famílias”, segundo as definições dos próprios imigrantes. Essas famílias a que se referem eram a de altos funcionários e políticos influentes da sociedade

brasileira da época: a esposa do presidente Getúlio Vargas, a do prefeito de Belo Horizonte Negrão de Lima e a do presidente do Banco do Brasil, a nora do ex-presidente Arthur Bernardes, entre outras.

Essas freguesas brasileiras “graúdas” tiveram importância fundamental para a inserção, reprodução e manutenção desses imigrantes no novo país, não apenas por serem suas clientes assíduas, mas principalmente pelo auxílio valioso que deram na imigração de suas famílias e futuras esposas. Virgínia, por exemplo, atribui sua liberação e da sua família da Ilha das Flores (ilha da Baía de Guanabara, onde normalmente ficavam os imigrantes até receberem os documentos que legalizariam sua entrada no país) à freguesia de seu pai.

Glavina, outra entrevistada, conta como conseguiu imigrar de Paris em pleno ano de 1939, época em que o Ministério das Relações Exteriores enviava circulares secretas aos consulados brasileiros, determinando a recusa de visto no passaporte de qualquer pessoa de origem semita. Após ter seu visto inúmeras vezes negado, ela escreveu desolada a Aron, seu noivo que a esperava no Brasil. Um dia, conta Glavina, “Madame” Negrão de Lima entrou na loja de Aron e perguntou-lhe porque

andava com aquele ar tão cabisbaixo. Ao saber das dificuldades de Glavina, ela tranqüilizou Aron recomendando-lhe que deixasse esse problema por sua conta. Acionou então uma verdadeira 'cadeia' de relações, a começar pelo marido, que era amigo do ministro Oswaldo Aranha. Este, por sua vez, levou o caso ao próprio Getúlio Vargas. Em poucos dias, Glavina conseguiu o visto e veio para o Brasil. Aron e Glavina se casaram logo, e tiveram como padrinhos do casamento o casal Negrão de Lima.

Ao relatarem suas trajetórias, os imigrantes rodeslis demonstraram integração ao novo país. Justificaram essa facilidade de ambientação pela proximidade da família e pela enorme rapidez com que aprenderam o português, tarefa nada difícil para essas pessoas cosmopolitas que se comunicavam nas mais diversas línguas na ilha de origem. Um exemplo de inserção do grupo é a escolha de morar em Copacabana, e participar da construção desse 'bairro novo', símbolo do Rio de Janeiro.

No início da década de 70, Gilberto Velho revelava em *A Utopia Urbana* como a aspiração de viver nesse bairro era um fator importante nas decisões existenciais dos moradores desse e de outros

bairros, que ressaltavam o prestígio e o *status* de morar em Copacabana. O fato do grupo se estabelecer em Copacabana aponta para o desejo de estar 'perto' não só da família como também de um setor específico da sociedade carioca, a elite política e econômica. Os rodeslis freqüentavam os endereços da moda da sociedade brasileira de sua época – os cassinos, a Confeitaria Colombo, os jogos de futebol no Maracanã, os cinemas e teatros nacionais – na companhia de amigos sefaradis.

Um outro aspecto que demonstra a inserção dos imigrantes rodeslis é a escolha das escolas para seus filhos. Muito raramente foram escolhidas escolas judias (as escolas judias do Rio de Janeiro, de número considerável, eram todas fundadas por judeus esquenazis). A opção dos rodeslis de não educar seus filhos em escolas judias contrasta com uma série de etnografias sobre imigração judaica para outras cidades brasileiras e de outros países, que descrevem a importância dada pelos imigrantes à educação formal judaica de seus filhos.

De acordo com essas análises, a educação formal judaica seria uma forma de manter a identidade do grupo. Além disso, a socialização das crianças num ambiente judaico fortaleceria cada vez mais as rela-

ções entre os membros da comunidade. No caso dos rodeslis, além da opção de não educar seus filhos em escolas judias, eles escolheram as mesmas escolas para seus filhos: Mello e Souza, Anglo-Americano, Paulista, Andrews e Brasil América.

O critério de escolha era baseado nas opções de parentes ou amigos sefaradis, isto é, das relações pessoais preexistentes. Isso significa que sua forma de inserção era diferente dos outros grupos judeus estudados e que sua identidade se mantinha não pela educação formal judaica, mas pela escolha das mesmas escolas. Nestas, os filhos dos amigos eram colegas, além de se relacionarem também com judeus esquenazis e não-judeus.

Se todos os rodeslis moravam (e ainda moram) em Copacabana, a ponto de sua trajetória se confundir com a do bairro que ajudaram a construir e ao qual chamam carinhosamente de "bairro nosso", esse bairro cosmopolita não é reconhecido por ser rodesli, sefaradi ou mesmo judeu.

Numa época em que tinham vida ativa, essas pessoas freqüentavam, além do CIB (que por suas características não é reconhecido por ser sefaradi mas judeu), os lugares da moda. Como foi dito, nas relações profissionais os sefaradis contavam com a solidariedade do grupo, tornando-



**Rodeslis no navio que os trazia para o Rio de Janeiro.**



**Duas moças sefaradis fantasiadas de camponesas gregas para a festa judaica de Purim, na Ilha de Rodes.**

se sócios dos comerciantes já estabelecidos ou tendo oportunidades de emprego. Essa cooperação no entanto, não era institucionalizada, diferentemente de algumas organizações esquenazis no Rio.

## U M GRUPO INVISÍVEL

Esses aspectos diversos que definem a identidade do grupo nos diferentes contextos de interação social coincidem por não serem 'visíveis', isto é, por não se destacarem numa primeira visão da fisionomia da cidade. No entanto, um olhar mais atento percebe como por trás dessa invisibilidade aparente existe um grupo socialmente organizado. Os rodeslis formam o que Abner Cohen denomina de "grupo invisível", por se organizar de modo informal a partir das atividades sociais e de um estilo de vida comum, que inclui a utilização do parentes-

co e da amizade, festas, rituais e ideologia do grupo.

O grupo invisível, segundo Cohen, é aquele que, ao invés de encontrar-se em locais e situações pre-determinadas para discutir seus problemas de forma racional e burocrática (caso dos grupos formalmente organizados), o fazem durante ocasiões informais (como as reuniões para jogos de cartas), nas quais seus problemas serão discutidos em meio a outras ações. O autor esclarece que a pertinência a um desses grupos não é exclusiva e ressalta a inconsciência do pertencimento ao grupo por

parte de seus membros. Essa 'inconsciência' está presente nos entrevistados, que costumam ver como uma 'coincidência' ou um 'acaso' o fato de terem atividade profissional semelhante, estudarem nas mesmas escolas, feito amigos da mesma origem, casado entre si, morado no mesmo bairro ou prédio.

A organização invisível permitiu que os rodeslis do Rio de Janeiro atendessem a um propósito duplo: o de se integrar no novo país – inserindo-se e participando ativamente da sociedade carioca – e o de não se deixar dissolver nela, por não romper os laços com o grupo de origem. Suas relações básicas (cônjuges, amigos, sócios, vizinhos, parceiros de jogo, colegas de escola, médico) restringem-se às pessoas da mesma origem, rodeslis e sefaradis do antigo Império Otomano.

As diferentes soluções organizacionais encontradas por imigrantes num novo

país, se relacionam, em parte, com o seu modo de inserção no lugar de origem.

Para uma compreensão mais profunda do modo de vida assumido pelos rodeslis no Brasil é necessário fazer uma retrospectiva à Rodes, com o propósito de compreender a organização social do grupo, as relações com os outros habitantes da ilha e o contexto da emigração, sem deixar de lado o fato de que o período em que os recém-chegados esforçavam-se para adaptar-se ao novo país coincide com o desaparecimento da comunidade de origem (Rodes foi ocupada pelas tropas nazistas em 1943; um ano depois os judeus da ilha seriam levados para o campo de concentração de Auschwitz).

Essa retrospectiva nos mostra como, no 'tempo da Turquia' (modo como os entrevistados referem-se ao período em que o Império Otomano dominava a ilha), Rodes era uma 'sociedade plural', por incluir populações etnicamente diversas, sem que houvesse uma cultura dominante e onde as relações interétnicas se davam com baixa convergência cultural. Em Rodes os judeus viviam de acordo com as leis e rituais judaicos em seu próprio bairro, a Juderia, adotando (diferentemente do Rio de Janeiro) uma organização *formal* de base étnica. Enquanto os outros grupos que habitavam a ilha tinham uma religião e uma nacionalidade (turcos muçulmanos, gregos ortodoxos, italianos católicos), a fronteira étnica que dava característica aos judeus era a inseparabilidade entre grupo religioso e social: ao se referirem a Rodes, se auto-identificam como judeus.

A dominação italiana, e as novas condições econômicas e sociais daí surgidas vêm modificar esse quadro. No 'tempo da Itália', os judeus de Rodes eram considerados cidadãos italianos (e não mais 'tolerados' enquanto minoria religiosa) e iniciaram um período de abertura e crescente modernização. Muitos mudaram-se para o Marash, antigo bairro grego, ocupado pelos italianos. Nessa mudança, as diferentes condições socioeconômicas do grupo ficaram expostas. Para o Marash 'novo' e

'moderno'— cenário dos acontecimentos sociais mais importantes da ilha (semelhante à Copacabana dos anos 20/30) — podiam mudar-se apenas os judeus ricos. Os mais pobres permaneciam na 'velha' Juderia e, pela ausência de oportunidades de trabalho na ilha, buscavam a ascensão econômica e social imigrando. Os que vieram para o Rio encontravam a 'modernidade' do Marash na dinâmica e cosmopolita Copacabana.

Ao mesmo tempo em que os judeus de Rodes esforçavam-se para viver, como eles mesmo dizem "como se fossem italianos", afastavam-se de um modo de vida judaico. Ao mudarem para o Marash, a Juderia, onde ainda era cumprido um ritual judaico, começa parecer distante, ultrapassada, 'atrasada'. Ao estudarem nas modernas escolas italianas, afastam-se de uma educação tradicional judaica. Em outras palavras, no 'tempo da Itália' inicia-se um processo de dissociação do grupo religioso e social.

A aliança da Itália com a Alemanha e as perseguições resultantes das leis anti-semitas (cuja consequência foi o extermínio da comunidade), a Segunda Guerra Mundial, a emigração e o contato com

outros grupos judeus no Rio de Janeiro completam o processo de transição de um grupo étnico (Rodes) para um 'grupo invisível', no qual a religião não se confunde mais com o grupo social. No Brasil, os rodeslis reconhecem-se enquanto 'judeus' e 'brasileiros', diferentemente do 'tempo da Turquia'— quando eram uma minoria religiosa e identificavam-se enquanto 'judeus' — e do 'tempo da Itália' — quando, apesar de considerados cidadãos, viviam apenas 'como se fossem italianos', uma vez que as perseguições anti-semitas reforçam a identidade de judeu.

Os entrevistados, em sua maioria, naturalizaram-se brasileiros e mantiveram a religião judaica. Não vivem mais conforme as antigas regras, demonstrando estarem integrados na sociedade brasileira. Aqui, no tempo presente, se auto-identificam como 'brasileiros', 'judeus', 'sefaradis', 'rodeslis' e 'dos nossos' (que pode significar judeu—incluindo os esquenazis—, sefaradi ou rodesli, dependendo da circunstância de interação).

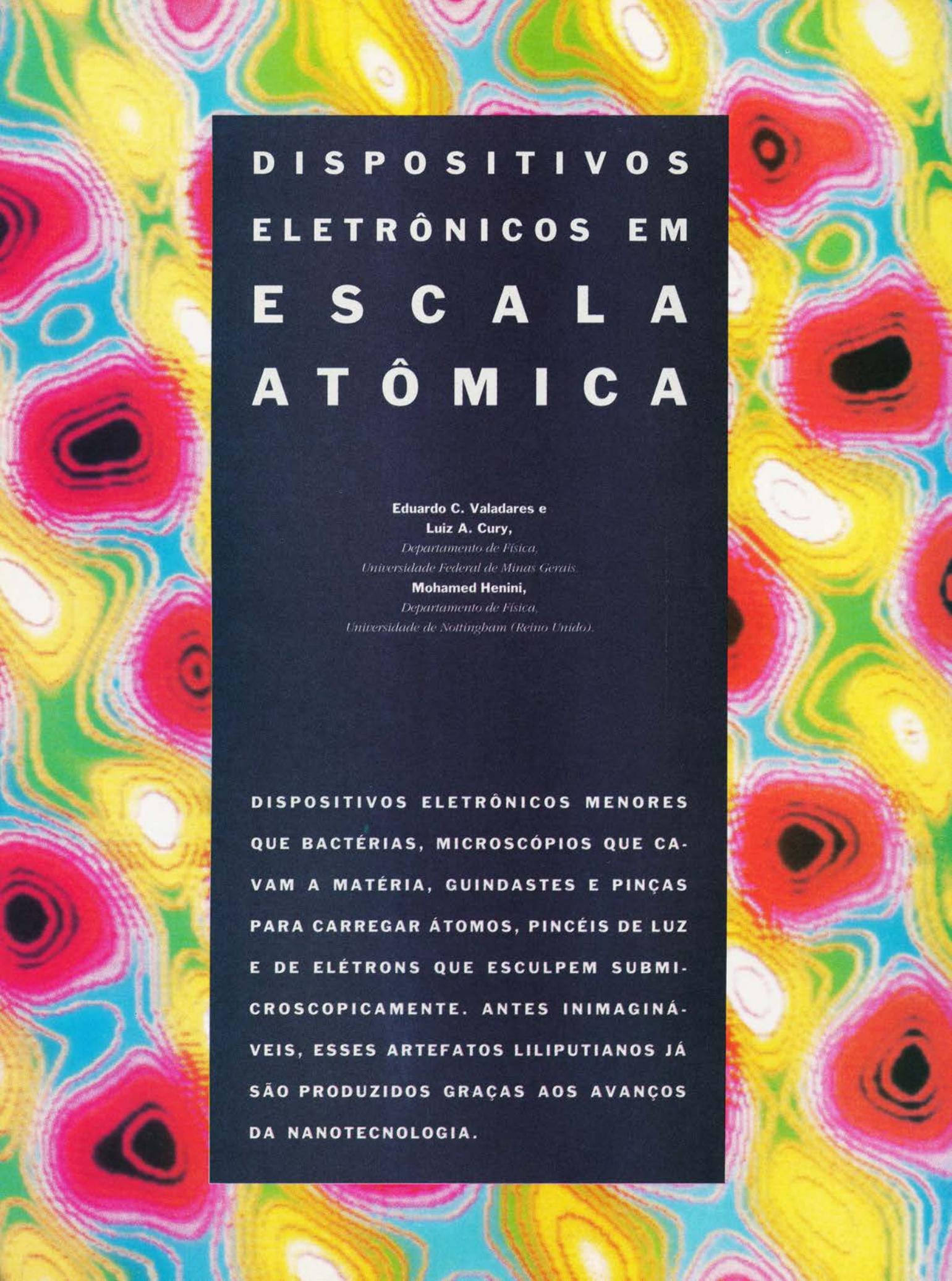
A partir da segunda geração de imigrantes (os nascidos no Brasil) atenua-se a fronteira entre esquenazis e sefaradis: muitos filhos de rodeslis têm relações de

amizade e mesmo de casamento com esquenazis. A análise das escolhas dos parceiros de casamento dos filhos dos rodeslis revela também a herança de pais imigrantes que buscaram inserir-se no novo país sem romper os laços com o grupo de origem: um terço casou-se com sefaradis, um terço com esquenazis e um terço com não-judeus.

### Sugestões para leitura

- ANGEL, M. D. *The Jews of Rhodes – The History of a Sephardic Community*. New York, Sepher-Hermon Press, Inc, 1980.
- FLANZER, V. *Muros Invisíveis em Copacabana – Uma etnografia dos rodeslis na cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social do Museu Nacional/UFRJ, 1994.
- FRANCO, H. M. *Les Martyrs Juifs de Rhodes et de Cos*. Elizabethville, Congrégation Israelite du Katanga, 1952.
- LEVY, R. A. *I Remember Rhodes*. New York, Sepher-Hermon Press, Inc, 1987.
- MALAMUD, S. *Recordando a Praça Onze*. Rio de Janeiro, Kosmos, 1988.
- MENASCÉ, E. F. *Gli Ebrei a Rodi – Storia di una antica comunità anientata dei nazisti*. Milano, Guerrini e Associati, 600p, 1992.
- VELHO, G. *A Utopia Urbana, Um Estudo de Antropologia Social*. Rio de Janeiro, Zahar, 1982.





# DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS EM ESCALA ATÔMICA

**Eduardo C. Valadares e**

**Luiz A. Cury,**

*Departamento de Física,*

*Universidade Federal de Minas Gerais.*

**Mohamed Henini,**

*Departamento de Física,*

*Universidade de Nottingham (Reino Unido).*

DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS MENORES QUE BACTÉRIAS, MICROSCÓPIOS QUE CAVAM A MATÉRIA, GUINDASTES E PINÇAS PARA CARREGAR ÁTOMOS, PINCÉIS DE LUZ E DE ELÉTRONS QUE ESCULPEM SUBMICROSCOPICAMENTE. ANTES INIMAGINÁVEIS, ESSES ARTEFATOS LILIPUTIANOS JÁ SÃO PRODUZIDOS GRAÇAS AOS AVANÇOS DA NANOTECNOLOGIA.

O advento do transistor no final da década de 40 e o desenvolvimento da tecnologia dos circuitos integrados cerca de 20 anos depois permitiram que computadores do tamanho de salas imensas fossem reduzidos às atuais calculadoras de bolso. A mesma tendência tornou extremamente compactos volumosos rádios, televisores e equipamentos de som à base de válvulas.

Essa miniaturização deve-se não só a estratégias de redução de custos de produção – com conseqüente redução de matéria-prima –, mas também à eficiência, à rapidez de operação e ao aumento de memórias de acesso rápido, como no caso de multimídias, nas quais imagens complexas são processadas por milhares de transistores concentrados em *chips* diminutos. Esses fatores têm impulsionado enormemente a pesquisa em novos materiais e o desenvolvimento de técnicas de processamento voltadas para dispositivos cada vez menores.

### 'SANDUÍCHES' CRISTALINOS

Na década de 70, a miniaturização dos componentes eletrônicos deu um salto qualitativo com o aparecimento das modernas técnicas de crescimento epitaxial. A palavra epitaxia vem de *epi* (sobre) e *táxis* (ordem), já que a técnica permite que filmes finíssimos de materiais chamados semicondutores sejam depositados uns sobre os outros, formando 'sanduíches' cristalinos de materiais diferentes. Essas técnicas possibilitam que a orientação cristalina desses filmes e a espessura sejam controladas com precisão (ver 'Super-redes: harmonia das bandas cristalinas', *Ciência Hoje*, vol.6, nº 35). No meio científico, essas técnicas de crescimento foram batizadas epitaxia por feixe molecular (MBE) e deposição de filmes a partir de vapores organometálicos (MOCVD).

Até então inéditos, esses materiais artificiais viabilizaram a produção de dispositivos eletrônicos ultra-rápidos (transistores, por exemplo), além da união (ou

integração, no jargão científico) de diminutos dispositivos ópticos (*laser*) e eletrônicos num mesmo *chip* (circuito integrado). É de se esperar que esses dispositivos, com dimensões atômicas, funcionem segundo as mesmas leis que regem o micro-universo dos átomos.

### O TIGRE E O TÚNEL

A descrição física do universo atômico difere radicalmente de nossa imagem habitual do mundo macroscópico. O movimento de veículos, satélites e planetas pode ser entendido a partir da mecânica newtoniana (ou clássica). Já a descrição do universo atômico (elétrons, átomos e moléculas) requer novos conceitos, introduzidos nos anos 20 deste século e que conduziram à formulação da chamada mecânica quântica. A figura 1a ilustra uma diferença marcante entre as duas descrições: em nível atômico, o tigre (representando um elétron) pode atravessar uma barreira atômica, algo inconcebível do ponto de vista da mecânica clássica.

A obtenção prática de uma dessas barreiras é indicada esquematicamente na figura 1b. Nela, se encontra um sanduíche de materiais, com uma 'fatia' da liga de arseneto de gálio e alumínio (AlGaAs) entre duas 'fatias' de arseneto de gálio (GaAs). Na descrição da mecânica quântica, um elétron pode tanto ter caráter de partícula com massa quanto comportar-se como uma onda, mais ou menos como se essa partícula tivesse 'dupla personalidade'. Para descrever esse comportamento, os físicos usam uma função denominada função de onda  $\Psi(x)$ , com a qual eles podem determinar a probabilidade de o elétron atravessar a barreira.

Embora com um valor pequeno, mas finito na barreira, a função  $\Psi(x)$  implica o elétron ter uma chance não nula de atravessar a barreira, 'tunelando-a', como se nela existisse um túnel fictício. Classicamente, o elétron é barrado, já que sua energia se encontra abaixo do topo da barreira. Segundo a mecânica quântica, é permitido ao elétron se apossar da energia extra ne-

cessária, desde que seja por um tempo suficientemente curto. Para uma dada energia do elétron, quanto mais alta for a barreira, mais curto se torna seu tempo de trânsito na região classicamente proibida.

Assim, o elétron dá a 'volta por cima', passando 'clandestinamente' de um lado da barreira para o outro. A probabilidade finita de tunelamento do elétron significa que ele realiza um número enorme de tentativas, até ser bem-sucedido, como um apostador insistente que acaba premiado numa loteria depois de sucessivas apostas.

A existência de barreiras atômicas, como mostra a figura 1b, deve-se ao fato de materiais semicondutores (GaAs, AlGaAs etc.) apresentarem uma faixa proibida de energia – *gap*, em inglês –, que varia de um material para outro. Em amostras semicondutoras ou isolantes, os elétrons tendem a ficar presos aos átomos do cristal, como se estivessem ilhados. Para poderem participar do processo de condução elétrica, os elétrons têm de vencer uma barreira energética, que é justamente o *gap*. Uma vez vencida essa barreira – o que pode ser feito iluminando-se o cristal ou aquecendo-o –, o elétron deixa de pertencer a um átomo específico, passando então a perambular pelo cristal como se fosse 'livre'.

### AS MARGENS DO RIO

Se congelássemos uma substância semicondutora pura, até que ela atingisse o chamado zero absoluto (-273°C) – teoricamente, a mais baixa temperatura possível, embora inatingível na prática – poderíamos visualizá-la como um rio, cujas margens seriam para efeito prático denominadas inferior e superior, em vez de direita e esquerda.

Na margem inferior, todos os elétrons do cristal estão presos, imobilizados. Na realidade, essa margem corresponde ao que os cientistas chamam topo da banda de valência do semicondutor. O rio propriamente dito representa a faixa proibida (*gap*) e a região acima da margem superior,

completamente vazia, é a banda de condução, onde os elétrons para ali transferidos estariam 'livres'.

Para que os elétrons atravessem o rio, é necessário ceder-lhes uma energia maior ou igual à largura do rio (energia do *gap*), o que pode ser feito iluminando-se a amostra ou aquecendo-a. Para gerar uma corrente elétrica na amostra, é preciso aplicar nela uma diferença de potencial (ddp). A ddp é medida numa unidade chamada volt (V), em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta (1745-1827). Por exemplo, a bateria de um carro fornece 12V de ddp, enquanto a maioria das tomadas caseiras 110V. Chuveiros e torneiras elétricas estão em geral ligados a uma ddp de 220V.

Ao ser aplicada uma ddp em uma amostra semicondutora, os elétrons na margem superior (banda de condução) formam um tipo de nuvem, correspondente aos elétrons livres e responsável pelo processo de condução da corrente elétrica. Nos semicondutores, o número de elétrons livres presentes nessa nuvem pode ser controlado com precisão. Essa é uma das razões que torna esses materiais tão versáteis do ponto de vista tecnológico. A maneira mais convencional de se alterar o número de elétrons livres num semicondutor é através de um processo conhecido como dopagem.

## DOPAGEM E LACUNAS

A dopagem está intimamente relacionada com as ligações químicas entre os diversos átomos de um cristal. Os elétrons das camadas mais externas de cada átomo são os responsáveis por essas ligações. O arsênio (As), por exemplo, dispõe de três desses elétrons mais externos; o gálio, de cinco. Por isso, pertencem respectivamente aos grupos III e V da tabela periódica.

No arseneto de gálio (GaAs), o As e o Ga formam quatro ligações químicas, cada uma envolvendo dois elétrons, compartilhados pelos dois átomos. Se agora o As for substituído por silício (Si), com quatro elétrons em sua camada mais externa em vez de três como o arsênio, o elétron extra não entra nas ligações, ficando disponível para o processo de condução. O semicondutor assim dopado com Si é classificado como do tipo *n* (*n* de negativo, já que o elétron tem carga negativa).

Se agora o Ga for substituído por berílio (Be), com só dois elétrons disponíveis para compartilhar numa ligação química, em vez dos três do Ga, o elétron que falta dá origem a uma 'lacuna' (vaga gerada na banda de valência, usualmente lotada). Uma lacuna comporta-se como um elétron livre, porém sua carga é positiva (*p*), daí a classificação do GaAs dopado com Be como sendo do tipo *p*.

Tanto o número de elétrons quanto o de lacunas pode ser controlado, bastando alterar a concentração de Si ou Be introduzida no semicondutor puro. Com quatro elétrons na última camada, o Si tem um caráter dito anfótero, pois pode contribuir com um elétron livre ou gerar uma lacuna, dependendo se ele substitui o Ga ou o As. A dopagem desempenha um papel fundamental para a obtenção de dispositivos eletrônicos e optoeletrônicos, conforme veremos mais adiante.

## INIMIGOS 'GIGANTESCOS'

Uma vez obtida, por exemplo, uma amostra formada por camadas de arseneto de gálio e pela liga de arseneto de gálio e alumínio é necessário submetê-la às etapas de processamento para se chegar ao dispositivo planejado. Em geral, é feito um projeto prévio por simulações em computador, sendo as dimensões do dispositivo calculadas para garantir um desempenho estatisticamente compatível com certas especificações.

A fabricação dos dispositivos deve ser realizada num ambiente isento de poeira, com umidade controlada e uma iluminação que não degrade o material empregado nos processos de fabricação. Esse ambiente, conhecido como sala limpa, contém muito menos partículas em suspensão

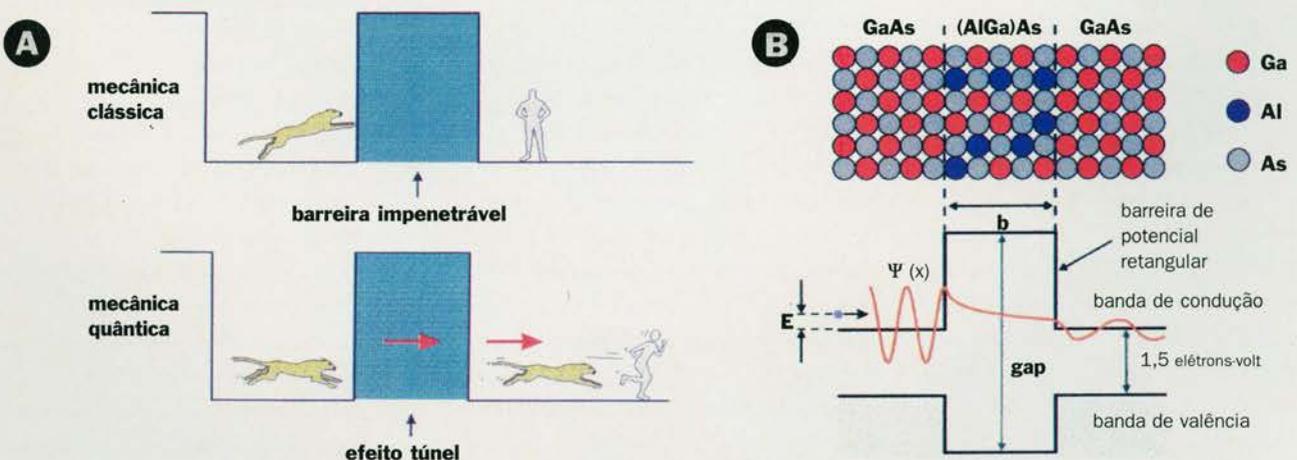


Figura 1. Em (a), barreira atômica impenetrável para o tigre (elétron), segundo a mecânica clássica, ao contrário do que prescreve a mecânica quântica (efeito túnel). Em (b), obtenção prática de uma barreira atômica semicondutora: camada da liga de arseneto de gálio e alumínio (AlGaAs), de *gap* (faixa proibida) maior, entre duas camadas de arseneto de gálio (GaAs), de *gap* menor.

(poeira) que uma sala cirúrgica.

Todo cuidado com a poeira é pouco, já que uma simples partícula de pó pode ser maior que o próprio dispositivo que se pretende fabricar. Os substratos e os materiais químicos usados devem ter altíssima pureza (grau eletrônico) para evitar danos na fabricação causados por contaminações químicas.

A água usada não contém sais minerais nem partículas carregadas, denominadas íons – por isso, é dita deionizada. Bactérias são outro problema. A água também deve estar livre delas, já que a dimensão típica desses microrganismos está na faixa de 3.000 a 10.000 ângstrons (Å), ou seja, de três a 10 milésimos do diâmetro de um fio de cabelo. Com essa proporção 'gigantesca', esses diminutos seres vivos fatalmente inutilizariam o dispositivo, cujas estruturas podem medir poucas centenas de ângstrons. Vale lembrar que o ângstrom é uma medida quase inimaginável para quem convive com as dimensões macroscópicas do dia-a-dia: 1Å equivale a  $10^{-8}$  cm, ou seja, um centímetro dividido em 100 milhões de partes.

À medida que o processo de miniaturização atinge dimensões submicrométricas (inferiores a  $1 \mu = 0,001$  mm, ou o equivalente à milésima parte do milímetro) é preciso controlar também no material utilizado a presença de vírus, cuja dimensão típica está entre 50 e 400 Å. Os vírus geram defeitos fatais em memórias acima de 16 megabites (1 mega=1 milhão), sendo especialmente críticos para as de 64 megabites, atualmente as mais modernas disponíveis no mercado. O pessoal envolvido no processamento de amostras usa roupas especiais para evitar contaminações decorrentes do contato direto nas diferentes etapas de fabricação.

## A PULGA E A TERRA

Entre as técnicas mais usadas para a fabricação dos dispositivos, estão a fotolitografia – de longe a mais utilizada industrialmente – e a litografia por feixe de elétrons (LFE), atualmente mais empregada

na fabricação de dispositivos especiais (ver 'Pincéis de luz e elétrons').

Cada uma dessas técnicas apresenta um limite de miniaturização. A litografia óptica é a mais utilizada industrialmente por permitir a produção simultânea de um grande número de dispositivos, delineados numa mesma máscara. Mas essa técnica restringe-se à fabricação de dispositivos cujas menores dimensões não sejam inferiores ao comprimento de onda da luz empregada ( $\lambda$ ). Se considerarmos para efeito prático as ondas de luz representadas por uma sucessão regular de 'montanhas' e 'vales', pode-se dizer que o comprimento de onda da luz é a distância, em linha reta, que vai de um pico da montanha até o outro, ou da parte mais rasa do vale até a depressão seguinte. Se medíssemos a distância entre duas cristas (ou 'montanhas') vizinhas nas ondas produzidas na superfície de um lago por uma pedra atirada, teríamos o comprimento da onda ali produzida.

Quanto menor for o comprimento de onda da luz empregada, menor será a dimensão mínima do dispositivo que pode ser desenhado com o feixe de luz. Por exemplo: a luz ultravioleta (UV), com  $\lambda = 4.000$  Å (lembre-se: 1Å é igual a  $10^{-8}$  cm), usada em fotolitografia, permite obter dimensões mínimas da ordem de 2.000 Å. Sendo o comprimento típico de um átomo da ordem de alguns poucos ângstrons, isto significa que os dispositivos atômicos estão fora do alcance dos processos litográficos que empregam luz ultravioleta.

Para se ter uma noção clara da relação entre 1Å (escala atômica) e 1 m (escala macroscópica), basta comparar o tamanho de uma pulga (dimensões típicas de 1 mm) com o diâmetro médio da Terra ( $10^{10}$  mm). Essas duas medidas estão na mesma proporção do ângstrom para o metro. Um dos objetivos do uso de feixes de elétrons é ampliar as possibilidades de miniaturização.

## ELETRÔNICA ANÃ

Atualmente, uma nova eletrônica encontra-se em pleno desenvolvimento graças à

litografia por feixe de elétrons. A chamada nanoeletrônica (*nano*, do grego, anão), está voltada para a fabricação de dispositivos com dimensões inferiores a 100 nm (1 nanometro=10Å), podendo chegar a 10 nm, o que equivale ao comprimento de cerca de 100 átomos alinhados.

Segundo a mecânica quântica, os elétrons também apresentam um comportamento ondulatório, comportando-se como partícula ou como onda, dependendo do modo como são observados. Quanto mais energético for o elétron, menor será o seu comprimento de onda e portanto maior a definição do desenho produzido pelo feixe. Daí a opção por pincéis de elétrons para desenhar dispositivos. Poderíamos comparar esse feixe de elétrons energéticos a uma caneta de gravação, que, em vez de utilizar tinta, ejetaria elétrons de altas energias – isto é, com comprimentos de onda reduzidos –, capazes de produzir traços mais finos e com precisão nanométrica.

Infelizmente, outros efeitos físicos limitam o poder de resolução da LFE. Exemplo disso são os elétrons retroespalhados, isto é, aqueles que ao incidirem na amostra são enviados de volta (ou refletidos) por causa dos choques frontais ou laterais com átomos da superfície e abaixo dela. O percurso médio desses elétrons em geral é muito maior do que as dimensões típicas das estruturas do dispositivo. Os elétrons retroespalhados formam um fundo difuso que pode 'borrar' o desenho gerado pelo feixe.

Para minimizar esse efeito e tornar possível o desenho de detalhes com dimensões inferiores a 100 nm, são aplicadas voltagens (ou diferenças de potencial) muito altas, acima de 100 mil volts (ou 100kV), usando-se materiais de pouca sensibilidade para que a imagem seja gravada sem o fundo de elétrons retroespalhados.

Outra alternativa é usar substratos muito finos, na faixa de 10 nm a 100 nm, para reduzir o efeito de elétrons retroespalhados. Dessa forma, foram obtidas as menores estruturas transcritas até hoje com li-

A produção de dispositivos eletrônicos a partir de um material-base, o substrato, envolve várias etapas de processamento. Para transcrever o *layout* (desenho) do dispositivo projetado, é usada uma das variantes da técnica denominada litografia (*lithos* = pedra, *grafia* = escrita, gravação). São quatro as variantes dessa técnica: a) litografia óptica, b) por feixe de elétrons (LFE), c) por raios X e d) por feixe de íons. Essas quatro variantes usam respectivamente como 'pincel': a) luz ultravioleta (UV), b) elétrons, c) raios X e d) íons.

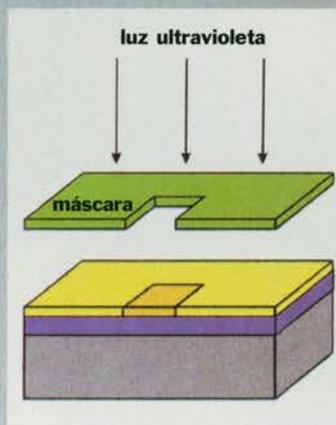
Inicialmente, o substrato é recoberto com um resiste (filme de um polímero), que atua de modo semelhante aos filmes fotográficos comuns preto-e-branco. Ao passo que o filme fotográfico é sensibilizado pela luz ambiente, o resiste só é sensibilizado pela radiação incidente (luz ultravioleta, elétrons ou raios X).

Na deposição do resiste sobre o substrato, utiliza-se como porta-amostra um disco girante, cuja rotação centrífuga esparrama o resiste, formando-se um filme viscoso e de espessura uniforme sobre a superfície do substrato, sendo sua espessura determinada pela velocidade de rotação do disco e pelo tempo de deposição. Uma vez atingida a espessura desejada, o substrato é levado ao forno para secagem do resiste (processo de 'cura').

O próximo passo é interpor uma máscara entre a fonte de radiação e a amostra recoberta com resiste. A radiação, ao incidir nas áreas transparentes delineadas na máscara, produz no resiste mudanças de natureza química (figura 2). Esse processo é análogo ao da revelação dos filmes preto-e-branco, nos quais a luz passa só pelas áreas claras do negativo, transferindo para o papel de revelação o conteúdo do negativo e gerando assim o contraste que define a fotografia. A radiação pode tanto quebrar ligações químicas – enfraquecendo o resiste nas áreas expostas – quanto gerar ligações cruzadas – endurecendo-o localmente. No primeiro

caso, diz-se que o resiste é positivo; no segundo, negativo.

A máscara é necessária na litografia óptica e por raios X, sendo dispensada nos casos em que a incidência da radiação é controlada por computador, como na LFE. O resiste pode ser facilmente removido de modo seletivo com um solvente, ficando protegidas apenas as áreas da superfície recobertas com resiste endurecido. Alterações controladas podem ser então realizadas nas áreas descobertas. Na produção de

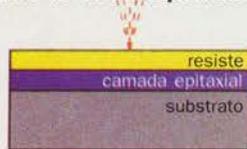


**Figura 2. Ilustração de uma máscara, usada em litografia óptica e em litografia por raios X. A radiação incidente atravessa a área transparente da máscara (quadrado), sensibilizando o resiste (filme de polímero). A área sensibilizada pode ser removida (resiste positivo) ou preservada (resiste negativo), sendo então removida a área não sensibilizada.**

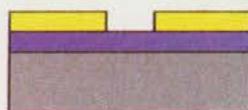
dispositivos, todo o processo é repetido várias vezes empregando-se diferentes máscaras.

Na LFE, o feixe de elétrons primários gerado por um canhão eletrônico é acelerado por uma diferença de potencial e incidido sobre o substrato recoberto com um filme de resiste sensível a elétrons (figura 3). Um microscópio eletrônico de varredura (MEV) convencional, que gera imagens a partir de feixes de elétrons, também pode ser convertido num instrumento de microfabricação, bastando modificar a eletrônica de controle do feixe primário de modo a tornar a varredura mais flexível, com controle computacional ponto a ponto.

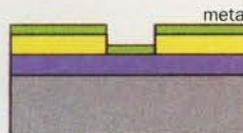
**feixe de elétrons primários**



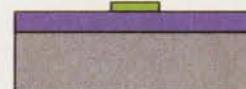
Um desenho é impresso no resiste por litografia por feixe de elétrons. Uma máscara é necessária caso se use luz ultravioleta ou raios X para definir áreas de interesse no resiste.



Depois da revelação, as regiões não expostas do resiste permanecem na superfície da amostra.



O metal é evaporado sobre a amostra.



O resiste é removido, ficando o metal sobre a superfície da amostra.

**Figura 3. Estruturas ainda menores que as obtidas com a fotolitografia são possíveis, usando-se, em vez de luz, feixes de elétrons, que sensibilizam o resiste (filme de polímero). Estão indicadas as etapas de fabricação de um contato metálico.**

tografia por feixe de elétrons (LFE), com dimensões da ordem de 2 nm. Outra possibilidade é aplicar voltagens inferiores a mil volts (ou 1 kV), o que implica um feixe primário menos energético (reduzindo o alcance dos elétrons retroespalhados a menos de 100 nm). Na fabricação de estruturas micrométricas, aplicam-se voltagens intermediárias, em torno de 50 kV.

## L A S E R S

Grande variedade de dispositivos micro e nanométricos são hoje fabricados pela litografia óptica e pela LFE. A importância dessa última tem crescido com o advento dos novos materiais semicondutores como heteroestruturas formadas por poços quânticos e super-redes com dimensões atômicas.

Essas técnicas têm sido usadas com sucesso na fabricação de *lasers* semicondutores de vários tipos, além de uma série de dispositivos ultra-rápidos com confinamento quântico. Nesses dispositivos, os elétrons responsáveis pelas diversas operações podem mover-se balisticamente (como bala de uma espingarda) em só duas dimensões. Essas partículas ficam confinadas em uma camada de material semicondutor (por exemplo, arseneto de gálio), 'sanduíchada' entre duas camadas de materiais com *gaps* maiores (por exemplo, barreiras de arseneto de gálio e alumínio), formando uma 'trincheira atômica' (poço quântico).

Como os harmônicos dos instrumentos musicais, a energia de um elétron aprisionado entre as paredes da trincheira apresenta só certos valores, determinados pela largura e pela altura da trincheira atômica, segundo as leis da mecânica quântica. A alta velocidade dos dispositivos se deve ao fato de esses elétrons estarem espacialmente separados das impurezas ionizadas das quais se originam, situadas nas barreiras adjacentes do poço.

Nos dispositivos convencionais, as impurezas ionizadas se encontram próximas aos elétrons, o que ocasiona desvios nas rotas dessas partículas por causa da força

elétrica de atração entre impurezas ionizadas (cargas positivas) e os elétrons (cargas negativas). Várias possibilidades estão sendo atualmente investigadas para o desenvolvimento e a otimização dos chamados *lasers* de poços quânticos (ver 'Funcionamento e engenharia de *lasers* semicondutores').

Alguns desses *lasers* já são realidades comerciais, sendo empregados em larga escala em telecomunicações e no sistema de leitura óptica dos disco-*lasers* (*compact discs*), nos quais operam continuamente. Dispositivos eletrônicos tradicionais à base de silício, como transistores de efeito de campo muito usados nos computadores modernos, estão sendo fabricados a partir de GaAs e da liga de AlGaAs, incorporando as vantagens oferecidas pelas modernas técnicas de crescimento epitaxial e de processamento. Esses mesmos avanços têm estimulado o desenvolvimento de novos dispositivos eletrônicos baseados em silício (Si), de excelente desempenho.

## A ÚLTIMA FRONTEIRA

Técnicas epitaxiais como MBE e MOCVD permitem a obtenção de estruturas (envolvendo muitos átomos) praticamente perfeitas do ponto de vista cristalográfico e isso sem dúvida é um dos fatores responsáveis pelo desempenho excepcional dos dispositivos optoeletrônicos. Mas novas técnicas de manipulação de átomos individuais ou grupos de átomos já permitiram escrever palavras com apenas alguns átomos, posicionados sobre a superfície do substrato.

Um dos avanços recentes mais espetaculares no âmbito da engenharia de dispositivos atômicos se deve ao microscópio de tunelamento de elétrons, MTE (do inglês, *Scanning Tunneling Microscope*, abreviado por STM), desenvolvido pelos físicos Gerd Binnig e Heinrich Rohren, ganhadores do Prêmio Nobel de Física em 1986 (ver 'Pontas que mapeiam átomos').

As técnicas atualmente pesquisadas que utilizam o MTE como ferramenta litográfica são um salto qualitativo em relação

à litografia por feixe de elétrons (LFE). Basta lembrar que os melhores microscópios eletrônicos de varredura comerciais possibilitam aumentos de até 100 mil vezes e uma resolução na faixa de 40 a 60Å, enquanto o MTE proporciona aumento de 100 milhões de vezes e resolução subatômica em torno de 0,1Å.

Para ilustrar o imenso potencial do MTE como instrumento de nanofabricação, consideramos a seguir algumas das inúmeras possibilidades atualmente investigadas (figura 8). Uma forma simples de gerar alterações numa superfície através do MTE consiste em pressionar a ponta da agulha do microscópio diretamente contra a superfície gerando crateras com diâmetro tipicamente da ordem de 10 nm ou riscando-a de modo controlado, gerando na superfície sulcos paralelos com cerca de 10 nm de largura, menos de 100 átomos alinhados, conforme ilustrado na figura 8. Essa técnica foi empregada, por exemplo, para produzir mecanicamente linhas com 360 nm de largura, sulcando-se, com a ponta do MTE, uma camada de fluoreto de cálcio de 20 nm de espessura, depositada sobre um substrato de silício.

Outra possibilidade é a aplicação das técnicas litográficas convencionais, usando-se o feixe de elétrons do MTE para sensibilizar o resiste (um tipo de filme formado por moléculas longas denominadas polímeros) depositado no topo do substrato (figura 8). Ao ser bombardeado com os elétrons originados na ponta do MTE, o resiste fica sensibilizado, como ocorre na LFE convencional. Já foram testados com sucesso o polimetil-metacrilato (PMMA), o resiste mais utilizado na LFE, e o fluoreto de cálcio (CaF<sub>2</sub>), sensibilizados com o feixe de elétrons do MTE, tendo sido obtidas linhas com larguras na faixa de 10 a 20 nm.

Essas estruturas obtidas com o MTE são menores que as delineadas pela LFE convencional. Isso se deve principalmente ao diâmetro extremamente reduzido do feixe de elétrons do MTE (inferior a 0,1 μ, ou

Num *laser* semiconductor, a geração de luz se dá numa junção *p-n* através da recombinação elétron-lacuna. Essa junção é obtida crescendo-se uma camada *n* sobre um material tipo *p* ou vice-versa. Na junção, há a formação de uma zona neutra em torno da *interface* desprovida de portadores livres, denominada zona de depleção. Nessa zona, existem barreiras de energia que detêm o fluxo de elétrons da região *n* para a região *p*, bem como de lacunas da região *p* para a região *n*. Ao ser aplicada uma diferença de potencial (polarização direta), o fluxo de portadores é restabelecido, havendo o aniquilamento mútuo de elétrons e lacunas e a geração de luz (figura 4).

Para que haja a amplificação da luz gerada é necessária uma cavidade óptica ressonante, que desempenha o mesmo papel que as caixas ressonantes dos instrumentos musicais de corda, como, por exemplo, o violino, no qual a caixa é dimensionada para amplificar o som produzido pela vibração das cordas do instrumento. Num *laser* semiconductor, a cavidade óptica é projetada de modo a garantir a amplificação da luz gerada via recombinação. Essa cavidade é definida pelo próprio formato do dispositivo. As paredes laterais, especialmente clivadas, atuam como espelhos que refletem a luz gerada no interior do dispositivo. Por outro lado, a radiação fica espacialmente confinada na região onde ela é gerada, a chamada região ativa, devido as diferenças no índice de refração das camadas epitaxiais adjacentes.

*Lasers* semicondutores com diversas frequências de operação podem ser obtidos escolhendo-se adequadamente os materiais da região ativa e camadas adjacentes. Nos primeiros *lasers* semicondutores de GaAs, a camada correspondente à região ativa era espessa o bastante (>1 mm) para ser considerada praticamente tridimensional (figura 5a).

Ao se confinar elétrons e lacunas em poços quânticos localizados na região ativa (figura 6), foi possível melhorar consideravelmente a eficiência dos *lasers* semicondutores. Nesse caso, uma fração maior de portadores participa efetivamente do processo de geração de luz. A corrente de portadores mínima necessária para o funcionamento do dispositivo (corrente de limiar) torna-se então menor, o que

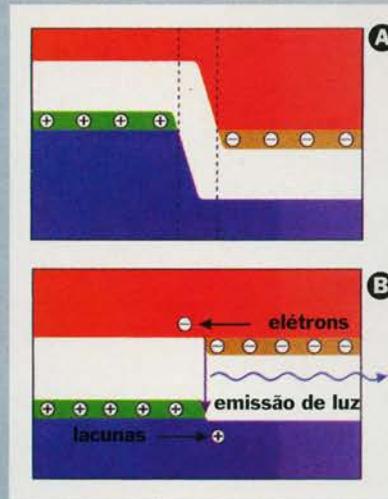


Figura 4. Esquema de uma junção pn. Em (a), junção não polarizada: elétrons (-) e lacunas (+) são impedidos de se recombinarem por causa da existência de barreiras na região de depleção entre as linhas tracejadas. Em (b), uma polarização direta é aplicada na mostra: as barreiras são eliminadas e o fluxo de elétrons e lacunas é restabelecido, havendo recombinação e geração de luz (emissão fotônica). A polarização inversa aumentaria ainda mais as barreiras em (a).

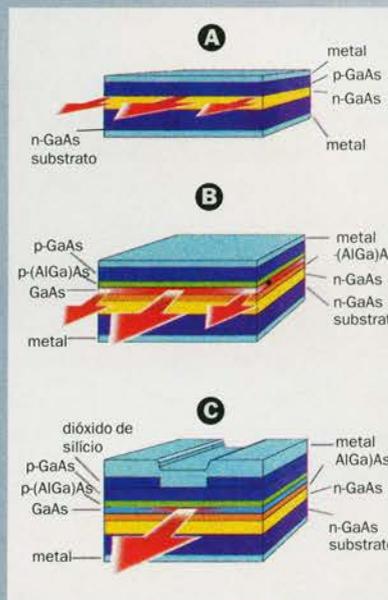


Figura 5. Esquema detalhando o processo de *lasers* semicondutores. Em (a), camada ativa tridimensional (portadores não-confinados). Em (b), camada ativa bidimensional (elétrons e lacunas confinados em poços quânticos). A eficiência da recombinação é maior em (b) que em (a), ou seja, a corrente de limiar é mais baixa, sendo menor a taxa de calor gerado. Em (c), a região polarizada restringe-se só à abertura no isolante (dióxido de silício), produzida litograficamente, na qual é inserido o eletrodo. As demais áreas sob o isolante encontram-se inativas, gerando-se assim um feixe de luz intenso direcionado.

acarreta uma diminuição considerável do calor gerado, permitindo que o *laser* funcione continuamente, com confiabilidade.

A eficiência do processo pode ser ainda aumentada em sistemas que exibem confinamentos adicionais, além do confinamento espacial imposto pelos poços quânticos (os portadores nos poços têm o seu movimento tolhido na direção

seja, em torno de um milésimo do diâmetro de um fio de cabelo) e à baixa energia dos elétrons tunelantes (de 0 elétrons-volt a 20 elétrons-volt). Nessa faixa de energia, os danos causados à rede cristalina do substrato pelo bombardeio de elétrons e os efeitos gerados por elétrons divergen-

tes do feixe principal são desprezíveis quando comparados a elétrons utilizados na LFE ou íons de energias mais altas (de 1 keV a 100 keV).

**PINÇA ATÔMICA**

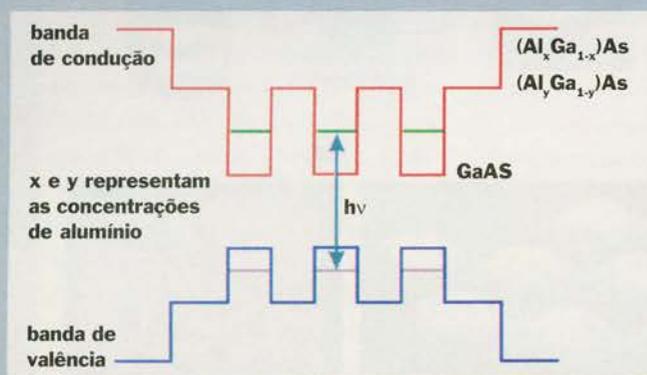
É também possível realizar manipulação

com o microscópio de tunelamento, isto é, arrastar ou mover átomos sobre a superfície de um substrato. O MTE já foi usado para transferir, por exemplo, átomos de xenônio sobre uma superfície de cobre, dando origem a uma linha de átomos com a largura de um único átomo.

de crescimento epitaxial, estando livres para se mover no plano paralelo às *interfaces*). Exemplos de sistemas com confinamento adicional são os fios quânticos (portadores livres apenas em uma direção) e caixas quânticas, que podem ser consideradas átomos artificiais.

Embora teoricamente os *lasers* de fios quânticos e as caixas quânticas tenham uma eficiência muito maior que os *lasers* de poços quânticos, a sua fabricação ainda apresenta grandes dificuldades de natureza tecnológica. Por outro lado, tem-se verificado que o desempenho dos *lasers* de poços quânticos pode ser melhorado bastante. Para isso, basta crescer sobre o substrato uma camada semicondutora cristalograficamente semelhante, mas com um parâmetro de rede (distância entre átomos vizinhos mais próximos) ligeiramente diferente (camada desajustada). Por exemplo: a liga de arseneto de índio e gálio (InGaAs) com concentrações do elemento químico Índio inferiores a 53% sobre o substrato de GaAs.

*Lasers* fabricados com esses materiais podem operar em freqüências diferentes dos *lasers* convencionais de poços quânticos. A espessura da camada desajustada não deve ultra-



**Figura 6. Poços quânticos na banda de condução (BC) e na banda de valência (BV). Esses poços são formados, por exemplo, quando uma fatia de arseneto de gálio (GaAs), de *gap* menor, encontra-se 'ensanduichada' entre duas fatias (barreiras) de arseneto de gálio e alumínio (AlGaAs), de *gap* maior. A separação  $h\nu$  ( $h$  é a constante de Planck) entre os níveis de energia de elétrons na BC e as lacunas na BV, controlada durante o crescimento da estrutura, define a freqüência da luz emitida ( $\nu$ ) via recombinação (aniquilamento de um par elétron-lacuna). Vários poços são combinados num *laser* para aumentar a intensidade da luz emitida.**

O MTE serve ainda para transferir átomos diretamente da agulha, revestida, aplicando-se um pulso de tensão entre a ponta e a superfície, conforme mostra a figura 8. Essa capacidade do MTE de manipulação de átomos poderá ser útil na construção de dispositivos a partir de partículas di-

minutas, atuando o MTE como uma espécie de pinça atômica.

#### AO VIVO E EM CORES

Entre as aplicações do MTE como instrumento de nanofabricação está a deposição (feita a partir de um gás) de metais,

passar uma largura crítica. Acima desse valor começam a surgir defeitos na rede cristalina, que degradam as propriedades ópticas do material. A largura crítica varia com a temperatura e a taxa de crescimento da amostra.

Uma das principais vantagens dos materiais com desajuste no parâmetro de rede é a possibilidade de tornar praticamente idênticas a massa efetiva dos elétrons e das lacunas (a massa que estes portadores apresentam no cristal por causa de suas múltiplas interações). Com isso, a eficiência do processo de recombinação elétron-lacuna torna-se bem maior que a dos *lasers* convencionais. A combinação desses materiais e processos litográficos adequados, como assinalado na figura 5c, permitirá otimizar ainda mais as características funcionais dos *lasers*.

O grupo de Semicondutores da Universidade Federal de Minas Gerais dispõe de um equipamento MBE capaz de crescer esse tipo de estruturas desajustadas (InGaAs sobre substratos de GaAs ou InP). O estudo dessas estruturas visa a obtenção de *lasers* de poços quânticos de baixa corrente de limiar de potencial interesse tecnológico para as comunicações ópticas.

O uso de *lasers* semicondutores já é comum em setores tão diversos como telefonia, acoplamento de computadores, cirurgias e controle industrial. O impacto dos dispositivos optoeletrônicos semicondutores em telecomunicações, tanto *lasers* quanto diodos emissores de luz (LEDs), foi possível graças ao advento das fibras ópticas, que permitem a condução de pulsos de luz.

Os *lasers* e LEDs semicondutores emitem sinais gerados com freqüências significativamente maiores que os dispositivos eletrônicos convencionais – chegando a um fator de até 109 em relação às freqüências de rádio. Isso permite o atendimento simultâneo de um número consideravelmente maior de usuários se comparado ao sistema tradicional de telefonia que emprega fios de cobre.

No mundo atual e em particular no Brasil, a demanda crescente de novos canais de telecomunicações tem levado à adoção de sistemas de transmissão baseados em *lasers* e fibras ópticas. Daí a importância de dispositivos optoeletrônicos com desempenho cada vez melhor.

semicondutores ou materiais inorgânicos numa área mínima do topo sobre o substrato. A deposição se dá pela reação química induzida na interface gás-substrato pelo feixe de elétrons do MTE. Quando as moléculas do gás são bombardeadas com elétrons do feixe, elas se dissociam em

O esquema mostrado na figura 7a ilustra o princípio de funcionamento de um moderno microscópio de tunelamento de elétrons (MTE). Uma agulha ultrafina, geralmente de tungstênio, presa a um dispositivo piezoelétrico constituído de três braços, é mantida suspensa a poucos ângstrons acima da superfície da amostra. O dispositivo piezoelétrico, baseado na expansão ou contração de um cristal piezolétrico, quando nele é aplicada uma diferença de potencial, permite um controle bastante preciso das coordenadas x, y e z da ponta da agulha. Para operar o MTE, aplica-se uma voltagem entre a ponta e a superfície. Com isso, é gerado um fluxo preferencial de elétrons da superfície para a ponta.

Segundo a mecânica clássica, os elétrons não teriam como escapar da superfície, onde se encontram presos por forças elétricas decorrentes de sua interação com os átomos da superfície. Além disso, o vácuo entre a superfície e a ponta do MTE representa uma barreira que o elétron teria de vencer. Por causa da probabilidade finita de o elétron ser encontrado numa região classicamente proibida (barreira de potencial), ele pode pular, segundo a mecânica quântica, da superfície para a ponta e vice-versa, mesmo estando em princípio preso na superfície ou na ponta.

O fluxo preferencial de elétrons é mantido pela diferença de potencial aplicada entre a ponta e a amostra, gerando uma corrente elétrica, denominada corrente de tunelamento (os elétrons 'tunelam' a barreira representada pelo vácuo). Uma analogia com o fluxo de água entre dois lagos vizinhos situados em altitudes diferentes permite visualizar facilmente o que se passa. Os lagos congelados, com margens bem-definidas, corresponderiam à imagem do elétron clássico, imobilizado na superfície ou na ponta. Os lagos descongelados, representando a imagem quântica dos elétrons, teriam sua definição distorcida pelo movimento de vaivém da água nas margens, responsável pela passagem de água do lago superior para o lago inferior.

Nessa analogia, a diferença de altitude entre os dois lagos corresponderia à diferença de potencial ponta-superfície e o fluxo de água entre os dois lagos ao fluxo preferencial de elétrons da ponta para a amostra ou vice-versa. A corrente de tunelamento decai exponencialmente com a distância ponta-superfície, sendo esse fator responsável pela excelente resolução vertical do MTE

(subatômica).

Em cada posição da agulha no plano xy, a coordenada z é ajustada através de um circuito de realimentação de modo a manter a corrente de tunelamento sempre constante e com isso também a separação ponta-superfície (figura 7a). Para se obter o relevo da superfície com resolução atômica, basta varrer a agulha sobre uma certa região da amostra. As diferenças de deslocamento vertical correspondentes são processadas e convertidas numa imagem tridimensional, mostrada na tela de alta resolução de um microcomputador acoplado ao MTE.

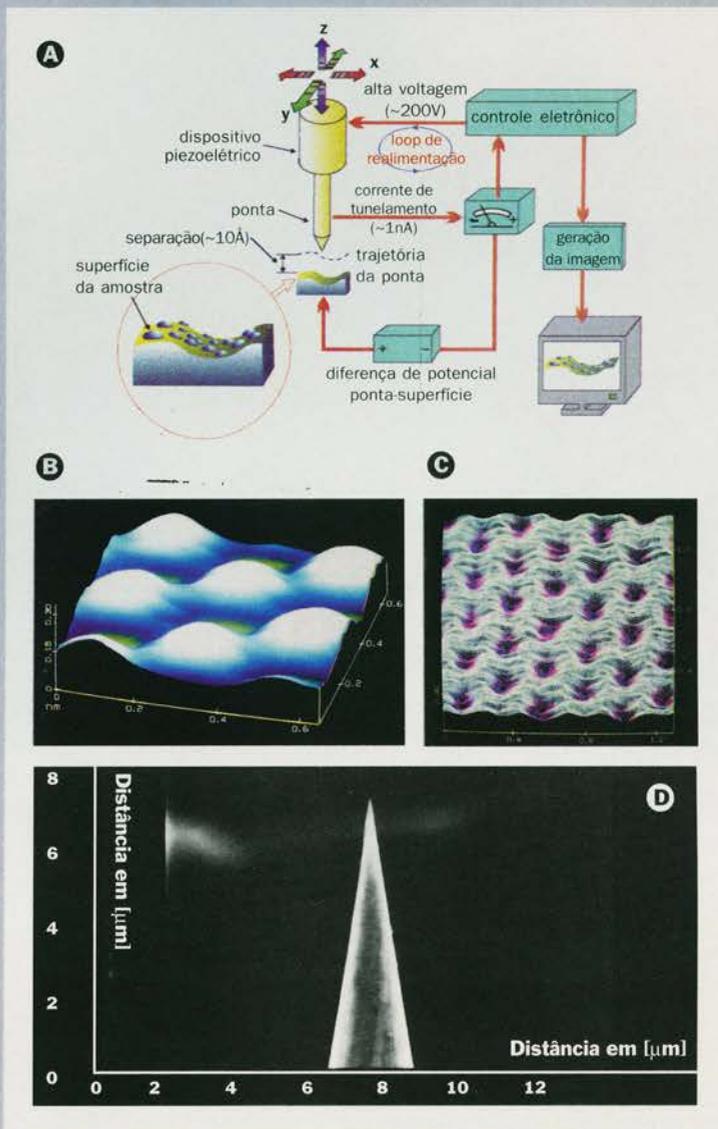
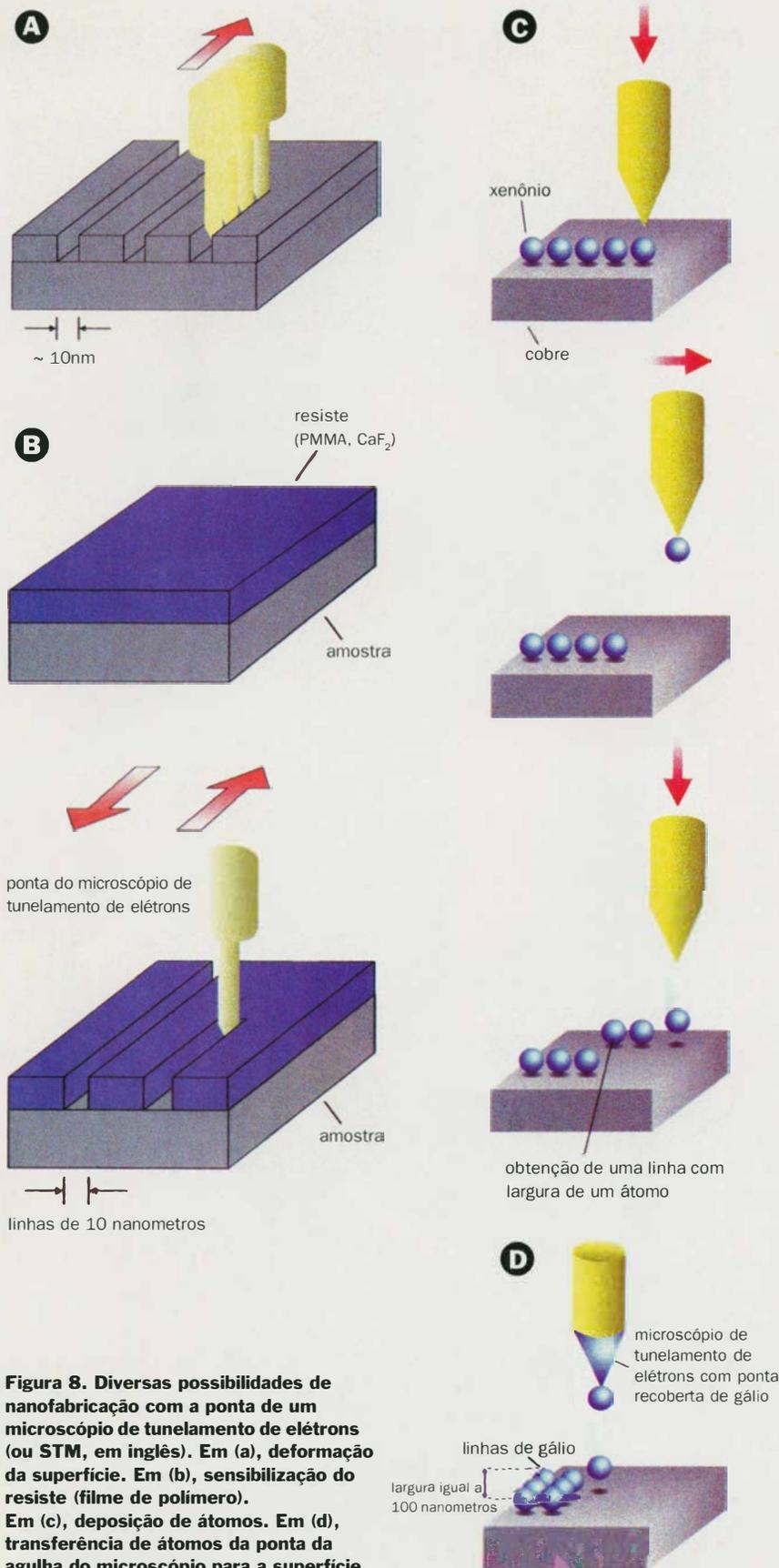


Figura 7. Em (a), esquema de funcionamento de uma versão moderna do MTE. Em (b), imagem com altíssima resolução de alguns átomos de carbono. Em (c), imagem da rede hexagonal do grafite. Em (d), imagem de ponta de tungstênio fabricada no Brasil usada no MTE.



**Figura 8. Diversas possibilidades de nanofabricação com a ponta de um microscópio de tunelamento de elétrons (ou STM, em inglês). Em (a), deformação da superfície. Em (b), sensibilização do resistivo (filme de polímero). Em (c), deposição de átomos. Em (d), transferência de átomos da ponta da agulha do microscópio para a superfície.**

partículas não-voláteis e partículas voláteis. A componente não-volátil fica depositada na superfície do substrato, ao passo que a componente volátil é sugada para fora pelo sistema de alto-vácuo. Uma vez que o MTE apresenta resolução atômica, as dimensões obtidas ficam em princípio limitadas pelo tamanho das moléculas do gás utilizado. Por exemplo, no caso de moléculas organometálicas, a resolução obtida seria da ordem de 1 nm.

Uma das grandes vantagens oferecida pelo MTE em nanofabricação é que o processo pode ser acompanhado *in situ*, já que esse equipamento permite a obtenção de imagens da superfície do substrato antes e depois de ela ter sido modificada. Isto permite constatar, digamos, 'ao vivo e em cores' se a operação realizada sobre a superfície foi ou não bem-sucedida.

A fabricação de dispositivos em escala atômica ainda está na sua infância. São enormes os desafios a serem superados, sendo difícil prever o impacto tecnológico da combinação sinérgica de nanolitografia e novos materiais. É admirável que a ciência e a tecnologia dos materiais tenham chegado neste final de século ao limite de manipulação atômica, graças a um esforço conjunto alicerçado na física quântica. Dispositivos eletrônicos atômicos antes inimagináveis, passam a ser agora realidades práticas, abrindo-se assim novos horizontes tecnológicos.

**Sugestões para a leitura:**

ADAMS, A. e O'REILLY, E., 'Semiconductor lasers take the strain', in *Physics World*, outubro, pp. 43-47, 1992.  
 BARANAUSKAS, V., editor, 'Processos de Microeletrônica', Sociedade Brasileira de Vácuo e Sociedade Brasileira de Microeletrônica, Campinas, 1990.  
 SMITH, H. I., e CRAIGHEAD, H. G., 'Nanofabrication', *Physics Today*, fevereiro, pp. 24-30, 1990.  
 STROSCIO, J. A. e EIGER, D. M., 'Atomic and Molecular Manipulation with the Scanning Tunneling Microscope', *Science*, vol. 254, pp. 1319-1325, 1991.  
 VALADARES, E. C., 'Introdução aos Microscópios Eletrônicos de Varredura e Tunelamento', *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 14, pp. 63-71, 1992.

Edição de texto: *Cássio Leite Vieira*.





# Sexualidade das plantas

**Alfredo Elio Cocucci**

*Instituto Multidisciplinar de Biología Vegetal – Córdoba, Argentina.*

*Professor visitante do Departamento de Botânica,  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS.*

**Jorge Ernesto de Araujo Mariath**

*Departamento de Botânica,  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS.*

*A sexualidade das plantas é um tema em ativo processo de investigação. Apesar de, no princípio do século, terem sido reunidas informações suficientes para se ter uma idéia geral dos aspectos fundamentais, muito ainda resta por descobrir, particularmente no que se refere aos aspectos ultra-estruturais e moleculares.*

*Este artigo apresenta o resultado de estudos recentes sobre o intrincado processo de reprodução das Angiospermas, que os autores vêm pesquisando em várias famílias de plantas.*

**A** reprodução é uma característica vital dos seres vivos e, do ponto de vista biológico, a vida pode ser definida como as propriedades de um sistema de macromoléculas metaestáveis\* (\*ver glosário), cujo estado estável seria a morte. O sistema de macromoléculas está representado pelos ácidos nucléicos, as proteínas, os carboidratos e os lipídios, que são parte integrante de todos os organismos celulares e também, em menor grau dos vírus.

Esses sistemas têm propriedades que variam em função da complexidade dos organismos. Por exemplo, os vírus, que constituem os sistemas mais simples de macromoléculas, possuem apenas informação suficiente para se reproduzirem, sem apresentar a infra-estrutura molecular necessária para sintetizar suas partes constituintes. Como são parasitos obrigatórios, esse trabalho é realizado pelos sistemas macromoleculares das células hospedeiras. Em resumo, os vírus possuem unicamente a propriedade mais importante, isto é, a da reprodução.

A capacidade de reproduzir-se é característica também dos organismos celulares e é a única que garante sua existência no planeta Terra.

### **A** diversidade de formas reprodutivas das plantas

As formas de reprodução dos seres vivos são muito variadas, porém, todas se enquadram em duas categorias gerais: a reprodução sexual e a assexual. Alguns organismos, como os vertebrados, só se reproduzem sexualmente. Outros, como as plantas com flores (antófitos\*) possuem as duas formas de reprodução. Essa é uma característica muito particular, que não encontra paralelo na maioria dos animais, espécies que dependem da reprodução sexual.

Cada espécie vegetal está representada por dois seres ou organismos distintos quanto à estrutura e a forma de reprodução. Assim, um apresenta reprodução assexuada, mediante esporos, e tem capaci-

dade de vida independente, a partir de sistemas fotossintéticos. Já o outro organismo se reproduz sexualmente e tem vida parasítica (figura 1). Ambos os organismos acham-se encadeados no ciclo biológico da espécie, de modo alternado.

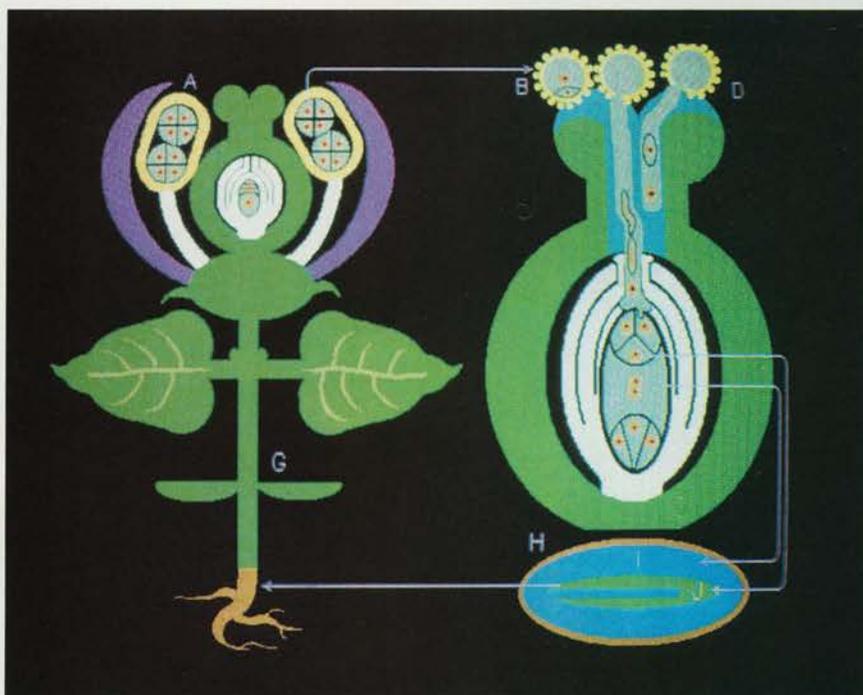
### **O** ciclo vital das plantas com flores

O ciclo vital dessas plantas, chamadas Angiospermas, compreende três tipos de gerações, que se caracterizam pelo tipo de células reprodutoras das quais provêm ou pelo tipo de células que geram. A geração assexuada, chamada esporófito\*, produz esporos através de divisão reducional de suas células (meiose\*). As gerações sexuadas, chamadas gametófitos\*, geram gametas por divisão celular equacional (mitose\*). Existe ainda uma geração auxiliar, chamada xenófito\*, com função nutritiva e que não forma estruturas reprodutoras próprias. Ao longo do

ciclo, o esporófito alterna-se com o gametófito. Já o xenófito não participa desse ciclo de gerações alternantes, permanecendo como uma geração acessória.

O esporófito é um indivíduo de organização muito complexa, composto por um grande número de células especializadas (de 60 a 76 tipos diferentes de células), de funções muito diversas, em estreita interrelação com o ambiente terrestre e com os outros seres vivos. Ele mesmo se desenvolve a partir de um zigoto, formado pela singamia\* entre um gameta\* masculino número 1 e a oosfera\* (gameta feminino número 1). Seu desenvolvimento culmina com a formação de dois tipos de esporos – andrósporos\* e ginósporos – em seus respectivos esporângios\*: androsporângios\* e ginosporângios.

Os indivíduos sexuados, ou seja, os gametófitos, podem ser masculinos ou femininos, dependendo dos gametas que



**Figura 1.** Representação esquemática do ciclo biológico de uma espécie de Angiosperma dicotiledônea. **A.** Estame contendo androsporângios com andrósporos produzidos por meiose; **B.** Andrófito endosporico em estado 2-celular; **C.** Andrófito em estado 3-celular, com tubo polínico desenvolvido, com 2 gametas e a célula vegetativa; **D.** Andrófito 2-celular formando o tubo polínico; **E.** Rudimento seminal; **F.** Ginófito; **G.** Esporófito bispórico (produtor de andrósporos e ginósporos); **H.** Semente endospermada; **I.** Endosperma; **J.** Embrião esporofítico.

formem. As plantas masculinas são os andrófitos\* e as femininas os ginófitos. Os gametófitos resultam da germinação de andrósporos e ginósporos que, após repetidas mitoses, dão origem a seres microscópicos em cujo interior diferenciam-se as células gaméticas.

O xenófito, conhecido também pelo nome de endosperma, tem origem a partir da união sexual entre um gameta masculino número 2 e a célula-média do ginófito\* (gameta feminino número 2). Essa geração, que é característica exclusiva das Angiospermas, nunca consegue formar estruturas reprodutivas próprias e não se conecta diretamente com a alternância de gerações, pois serve apenas de sustento ao embrião esporofítico em desenvolvimento.

### Estratégias evolutivas

As algas verdes são organismos vegetais primitivos que se relacionam, do ponto de vista evolutivo, com as plantas vasculares superiores. A reprodução sexual das algas se desenvolveu em meio aquático e essa característica manteve-se até alguns gêneros de plantas com rudimentos seminais nus – Gimnospermas\* – como *Cycas* (Palmeira-de-ramos) e *Ginkgo* (Ginco), que necessitam de meio líquido para o deslocamento de seus gametas flagelados\*.

Durante a evolução para formas de vida terrestre foram necessárias adaptações especiais das plantas, visando proteger suas células contra a desidratação, a radiação e a temperatura, fatores esses muito brandos no ambiente aquático. Tais adaptações afetaram também os órgãos de reprodução, os gametângios\* e os esporângios. Nas algas, esses órgãos eram constituídos de estruturas simples (*Chlamidomonas*, *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Chladophora*), isto é, seu revestimento de proteção era formado apenas pela parede da célula que lhe deu origem.

As primeiras manifestações de adaptação à colonização do ambiente terrestre surgem nas hepáticas (*Marchantiales*) e

nos musgos (*Funaria*), que apresentam gametângios e esporângios complexos, isto é, com seu revestimento de proteção formado por, pelo menos, um estrato de células estéreis. Tal característica encontra sua expressão mais complexa nos androsporângios de Gimnospermas e Angiospermas (ver 'A estrutura dos gametângios e esporângios').

Além disso, no início da colonização do meio terrestre, os esporos passaram a apresentar uma cobertura resistente, capaz de suportar a desidratação. Dessa forma, os esporófitos começaram a insinuar-se em direção à superfície, adaptando-se às novas condições encontradas. Os gametófitos, ao contrário, continuaram dependentes do meio líquido, como é o caso das pteridófitas. Sob tais condições, não seria possível a colonização de áreas terrestres muito afastadas de ambientes aquáticos mais ou menos permanentes.

Ocorre, então, um fato evolutivo de grande importância: os gametófitos começam a se desenvolver no seio dos esporófitos, onde é possível reproduzir-se um ambiente semelhante ao aquático. Assim, os gametófitos adaptados a essas condições conseguem manter o fenômeno sexual de sua reprodução. Esse processo é alcançado por uma evolução diferencial dos gametófitos, que consiste de quatro passos fundamentais: heterosporia; desenvolvimento endospórico dos gametófitos; indeiscência do ginospórangio\* e dependência nutritiva dos gametófitos aos esporófitos.

A heterosporia, isto é, o surgimento de andrósporos e ginósporos, manifesta-se em vários grupos importantes de pteridófitas e é concomitante ao desenvolvimento endospórico dos gametófitos.

A indeiscência do ginospórangio, que vem a ser o desenvolvimento do ginófito no interior do próprio esporângio, marca o surgimento de sementes no Reino Vegetal e tem conseqüências muito importantes. Uma vez que os ginósporos não podem abandonar o esporângio de ori-

gem, criam-se as condições de dependência nutricional do ginófito ao esporófito que o sustenta, dando origem ao parasitismo dos gametófitos sobre o esporófito da mesma espécie.

O meio interno esporofítico assemelha-se ao meio aquático, possuindo, sem dúvida, características gerais e específicas. Essas características distintas exercem pressão seletiva e condicionam posteriores especializações do fenômeno sexual, como a transição da zoidiogamia\* para a sifonogamia\*. Essa transição ocorre no âmbito das Gimnospermas e será mantida nas Angiospermas que as sucederão.

### Estrutura celular do andrófito

O desenvolvimento do andrófito, que tem origem nos andrósporos haplóides, é inicialmente endospórico, entretanto ele pode alcançar o estado bi- ou tricelular dentro do androsporângio original (figuras 2 e 3). Com a deiscência dos esporângios que compõem uma antera\*, os grãos de pólen podem conter andrófitos bicelulares (célula sifonogênica\*, ou vegetativa, e célula gametogênica, ou generativa), que não completaram o número definitivo de células componentes. Algumas espécies, porém, podem conter andrófitos tricelulares (célula vegetativa mais duas células gaméticas).

Seja como for, para completar a diferenciação total do andrófito, é preciso germinar sobre o estigma e o tubo polínico, por ele formado, alcançar os ginófitos, atravessando tecidos transmissores especiais do gineceu ou deslizando-se por sobre a superfície de suas células, como mostrado na figura 1.

As características ultra-estruturais das células dos andrófitos são muito diferentes entre si e refletem as funções para as quais foram preparadas, figura 4.

A célula sifonogênica é a que possui maior complexidade estrutural. Em relação à célula generativa e aos gametas masculinos, essa célula vegetativa apresenta variações específicas no sistema de or-

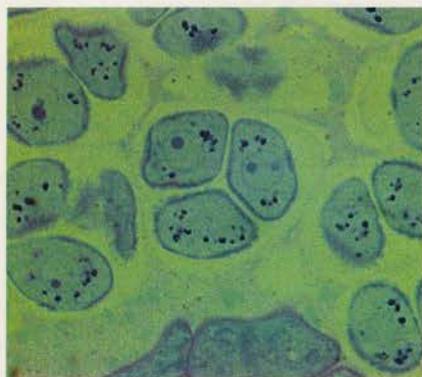


Figura 2 Fotomicrografia de anteras de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) seccionadas transversalmente, com tetrades de andrósporos (algumas mostram apenas três andrósporos devido a orientação do corte), com esporoderme em formação, incluídas numa parede de calose, no interior do androsporângio.

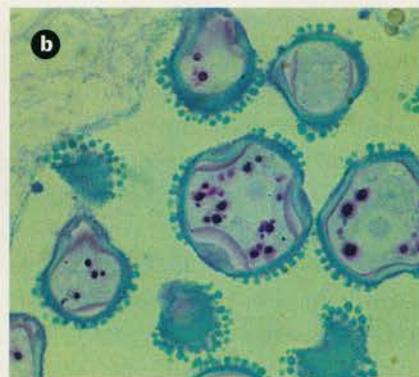
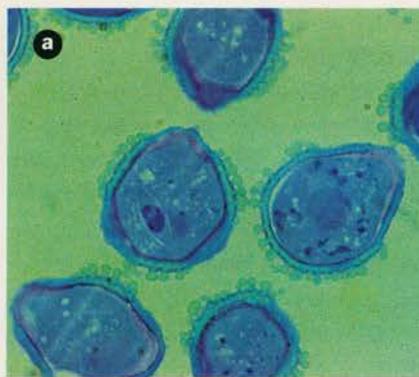


Figura 3. Andrófito, em secção transversal, de anteras de *Ilex paraguariensis* (erva-mate), em estágio bicelular, com esporoderme completamente formada, ainda sem germinar.

ganelas, em função de peculiaridades vinculadas à natureza da esporoderme\*, à retenção do poder germinativo e à longevidade do andrófito depois da germinação. Entre os vários tipos de organelas celulares que caracterizam a célula vegetativa, destaca-se o dictiossôma responsável pelo trabalho de construir a parede celular e estender o plasmalema\* do tubo

polínico que pode alcançar dezenas de centímetros.

Além de gerar o tubo polínico, a célula sifonogênica engloba a célula generativa e, mais tarde, os gametas por ela formados, sendo o único constituinte da parede do gametângio e possui estrutura celular. Isso não ocorre quando se trata de gametângios de estrutura simples, como no caso das algas e fungos, cujo envoltório é formado apenas por uma parede celular (ver 'A estrutura dos gametângios e esporângios).

comparação com o volume citoplasmático. Comparativamente, o conteúdo de cariolinea\* dessa célula é pobre em relação à célula sifonogênica e a cromativa exibe um grau de condensação muito maior. Além disso, seu sistema de organelas se acha muito reduzido, tanto em quantidade quanto em dimensões (figura 5). No início de sua formação, essa célula é de posição parietal em relação à esporoderme, porém após completada a individualização de seu citoplasma, ela é englobada para o interior do citoplasma da célula sifonogênica. Ambas as células mantêm conexões mediante um rico sistema de comunicação citoplasmática (plasmodesmos) que atravessam a delgada parede celular que as separam.

Os gametas masculinos, originados

A célula generativa ou gametogênica, por outro lado, é muito diferente, não só por seu tamanho reduzido, como pelo estado e pela proporção de seus componentes. O núcleo tem a dupla membrana pregueada e um volume nuclear maior em

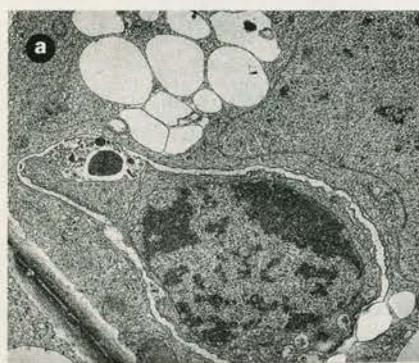


Figura 4 . 4a - Eletromicrografia de transmissão de um andrófito em estado bicelular de *Epidendrum scutella* (Orchidáceas). A parede da célula gametogênica, atravessada por numerosos plasmodesmos, relaciona-se com o citoplasma e com parte do núcleo da célula vegetativa. 4b - Eletromicrografia de transmissão de um gameta de *Epidendrum scutella* (Orchidáceas) no tubo polínico. A imagem mostra o núcleo com extrema condensação, sistema de organelas de dupla membrana muito simplificado e presença de material fibroso intranuclear. O contorno sigmóide sugere mobilidade própria.



## A estrutura de gametângios e esporângios

A evolução das algas verdes para formas de vida terrestre representou adaptações especiais visando proteger as células no ambiente aéreo. Como foi visto, a colonização do ambiente terrestre significava preparar o organismo para resistir à desidratação, à radiação e à temperatura, fatores estes muito abrandados no ambiente aquático. Tais adaptações afetaram também os órgãos de reprodução (gametângios e esporângios) de tal forma que estes órgãos das algas foram, inicialmente, de estruturas simples (*Chlamidomonas*, *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Cladophora*), isto é, com a parede gametangial ou esporangial formada exclusivamente pela parede da célula inicial.

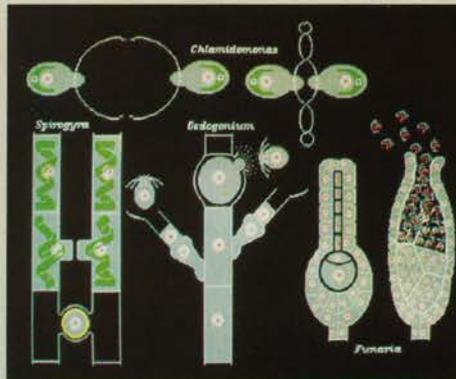
### Gametângios simples e complexos

*Chlamidomonas*: à esquerda, isogametas em estágio de reconhecimento mediante a 'proteína sexual' segregada pelos extremos dos flagelos; à direita, enrolamento dos flagelos e aproximação das células para sua posterior fusão.

*Spirogyra*: de cima para baixo, seqüência de acoplamento e singamia.

*Oedogonium*: filamento feminino com um oogônio maduro e dois filamentos masculinos epifíticos, à direita e à esquerda, que liberam anterozóides\*.

*Funaria*: à esquerda ginogametângio complexo (arquegônio), note-se as células internas constituídas pelas células do canal do colo, a célula do ventre e, a maior, o gameta feminino funcional (oosfera); à direita androgametângio complexo (anterídeo), liberando os gametas masculinos (anterozóides).



### Esporângios simples e complexos

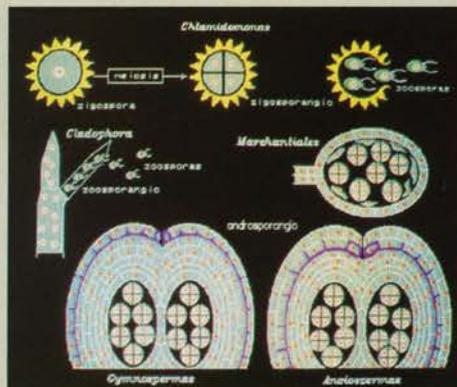
*Chlamidomonas*: da esquerda à direita, seqüência de formação de zoósporos\* a partir de um zigósporo\*.

*Cladophora*: extremo de um filamento esporofítico com seu zoosporângio\* de estrutura simples.

*Marchantiales*: esporângio de estrutura complexa.

*Gymnospermas*: secção transversal de uma teca biesporangiada; note-se as paredes engrossadas na epiderme.

*Angiospermas*: como nas *Gymnospermas*, porém com paredes engrossadas no endotélio.



## A estrutura celular do ginófito

O ginófito, mais conhecido pela denominação de saco embrionário ou gametófito feminino, desenvolve-se a partir de um ginósporo\* haplóide\* de um grupo de quatro células, do qual três irmãs degeneram. Diferentemente dos andrósporos, elas não possuem uma cobertura resistente do tipo esporoderme (com esporopolenina\*) e nunca abandonarão o ginósporo de origem. Os três ciclos de divisões mitóticas envolvem, inicialmente, apenas os núcleos, de modo que resulta uma célula 8-nucleada, o qual mediante formação de paredes, repartirá seu citoplasma em sete partes (seis células uninucleadas e uma binucleada) constituindo o ginófito ou saco embrionário.

A arquitetura desse organismo obedece a uma simetria zigomorfa, na qual as células se distribuem em dois pólos: o micropilar e o calazal. O pólo micropilar é ocupado por três células, duas sinérgides e a oosfera (gameta feminino número 1). No pólo calazal estão localizadas três células chamadas antípodas. Entre os pólos encontra-se, a célula-média.

A célula-média, gameta feminino número 2, tem dimensões gigantescas, comparada às outras do ginófito. É uma célula muito ativa na síntese de material orgânico. Contém, inicialmente, dois núcleos, e cada um deles tem um correspondente (irmão) nos pólos micropilar e calazal, por isso chamados núcleos polares. Usualmente, estes núcleos se fundem, constituindo um sincário\*, denominado núcleo secundário (gameta feminino número 2) que é diplóide e passa a localizar-se próximo ao pólo micropilar, junto à oosfera. O deslocamento do núcleo secundário (ou dos núcleos polares ainda não-fusionados), se efetuará pela ação de centros organizadores de microtúbulos localizados sobre a carioteca\*.

As sinéfrides, de disposição especular em relação ao plano longitudinal mediano da oosfera, possuem, usualmente, na

por mitose da célula generativa, são células ainda mais especializadas. Em geral, seu citoplasma está mais simplificado, o núcleo contém maiores agregados de

cromatina\* condensada e menor proporção de cariolinfa. Seu grau de simplificação pode chegar até a perda total de organelas citoplasmáticas figura 5.

região distal, uma especialização da parede celular denominada aparelho fibrilar, filar ou filiforme. Essa estrutura de parede, semelhante as células de transferência, relaciona-se com o plasmalema através de uma ampla superfície de contornos irregulares, onde residem receptores específicos comprometidos com a penetração do tubo polínico e a descarga dos gametas.

O aspecto geral, do sistema de organelas, corresponde a uma célula completa e ativa, com dictiossomos particularmente em grande quantidade. Em posição oposta ao aparelho fibrilar se encontra um grande vacúolo, cujo volume

pode ocupar mais da metade da célula, cuja função também está relacionada com a descarga do tubo polínico e diluição do meio onde transitarão os gametas.

A oosfera, o gameta feminino número 1, é uma célula vacuolizada de forma semelhante às sinéfrides, porém na região oposta e, assim como estas, tem paredes celulares incompletas nas áreas limítrofes com a célula-média, permitindo um contato direto entre as plasmalemas dessas células, favorecendo o processo futuro da singamia. Seu sistema de organelas se acha muito bem desenvolvido.

As antípodas, localizadas no pólo calazal, são células pouco diferenciadas e de vida efêmera. Ocasionalmente, possuem funções haustoriais\*. Sua distribuição espacial é semelhante à do pólo micropilar, onde encontram-se as sinérgides e a oosfera.

### **E**tapas de aproximação dos gametas

A aproximação dos gametas opostos se dá em quatro etapas: polinização, acoplamento, copulação e singamia.

Durante a fase de polinização os andrófitos em desenvolvimento, isto é os indivíduos sexuados juvenis (estado bicelular) ou adultos (estado tritelular) são transferidos para os estigmas das flores, como mostra a figura 1. Essa primeira etapa de aproximação dos indivíduos sexuados ocorre com a intervenção de agentes externos muito variados: água, ar, insetos e vertebrados.

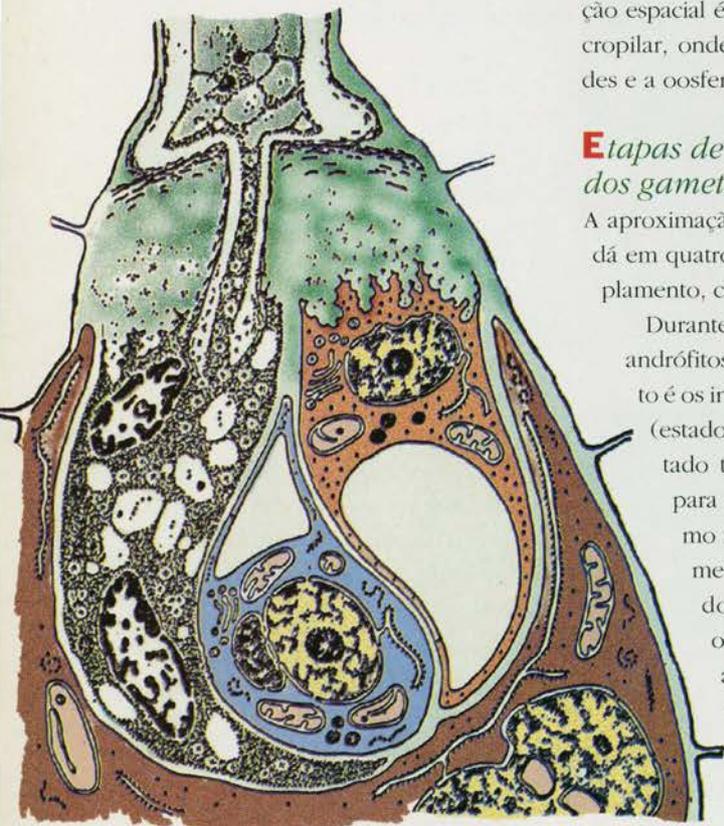
Para melhor compreender essa fase, é preci-

so considerar os antecessores das Angiospermas, cujos esporos estavam adaptados à dispersão pelo ar e que começaram a experimentar a pressão seletiva de outros agentes que interagiam no meio, em particular de outros seres vivos. Dessa pressão seletiva resultaram adaptações e condicionamentos mútuos entre plantas e animais, isto é, eles coevoluíram, produzindo formas de transporte involuntário de pólen a partir dos mais diversos comportamentos dos animais relativos à busca de alimento (néctar, proteínas polínicas, óleos), aos estímulos sexuais (falsa cópula, coleta de feromônios sexuais), à manutenção de território, ao engano e à decepção.

No mundo animal, existe uma grande diferença quanto à aproximação dos indivíduos sexuados. Os animais, guiados por indicadores visuais, sonoros ou olfativos, próprios da linguagem química, ou por todos eles combinados, são estimulados a deslocar-se de forma voluntária e autônoma em direção ao outro, seja caminhando, nadando ou voando, até efetuar o ato que perpetuará a espécie.

O mesmo não acontece com as Angiospermas. O ginófito, planta sexuada feminina, se desenvolve como um parasita dentro do ginosporângio e ali permanece aguardando a fecundação. Os indivíduos sexuados masculinos, os andrófitos, por sua vez, abandonam o esporângio onde iniciaram seu desenvolvimento, embora sejam imóveis e incapazes de deslocar-se por si mesmos até o lugar oculto onde o ginófito aguarda. Por isso é necessário que sejam transportados por outros agentes até o estigma do gineceu, para que desse ponto, através do crescimento, possam traçar seu caminho por meios próprios, para cumprir a etapa do acoplamento.

O acoplamento é uma etapa que se cumpre no seio do esporófito, mais precisamente, no gineceu das flores. Para isso foram desenvolvidos tecidos especiais que estabelecem uma rota segura entre o estigma e o lugar onde se en-



**Figura 5. Aparelho oosférico no momento da fecundação. À esquerda, tubo copulador atravessando o aparelho fibrilar da sinéfride penetrada, com desorganizações do sistema de membranas e presença dos dois corpos X - núcleo da sinéfride e núcleo do tubo polínico. À direita, sinérgide não-penetrada com grande vacúolo na região calazal e sistema de organelas intacto. No centro, zigoto com vacúolo na região micropilar evidenciando a fusão do núcleo gamético masculino número 1 com o núcleo gamético feminino número 1. Ângulo inferior direito: fusão do núcleo secundário da célula-média (núcleo gamético feminino número 2) com o núcleo gamético masculino número 2.**

contra os ginófitos, isto é, o ginosporângio (nucelo dos rudimentos seminais). Tais tecidos, chamados transmissores, estendem-se do estigma, ao longo do estilete e cômputo, conectando-se diretamente com a micrópila\* do rudimento seminal.

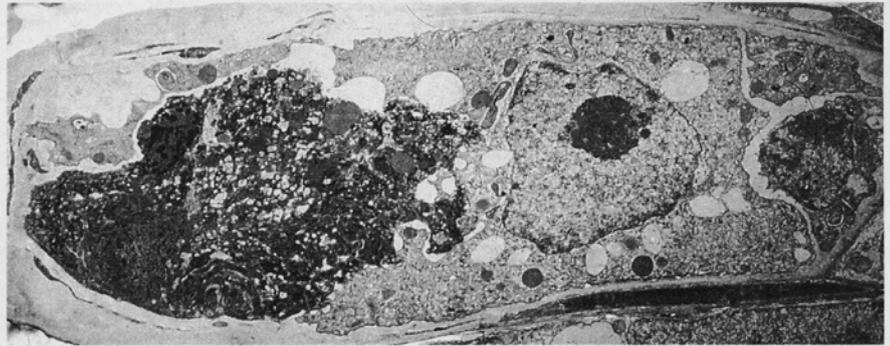
O deslocamento do tubo polínico ao longo dessa rota se efetua com o crescimento da célula vegetativa. Esta célula passa por um período de repouso durante a polinização, porém sua atividade se reativa durante a germinação dos grãos de pólen sobre o estigma.

Após sua germinação, no caso de grãos de pólen em estado 2-celular, ocorre a mitose da célula generativa que dará lugar a formação dos gametas. O andrófito adquire o caráter 3-celular que caracteriza todas as Angiospermas.

Os tubos polínicos crescem no interior dos tecidos transmissores ou sobre sua superfície e, desse meio, eles extraem todos os nutrientes necessários para sua manutenção. Na maior parte de seu percurso são guiados por interesses puramente tróficos, porém, chegando à micrópila do rudimento seminal, os feromônios sexuais produzidos pelo ginófito começam a estimulá-los. Tais substâncias se difundem ao longo da micrópila gerando um gradiente de concentração cujo ponto alto se localiza no aparelho fibrilar das sinérgides. Nesse ponto conclui-se a etapa do acoplamento e se inicia a copulação, vista na figura 5.

A copulação ocorre mediante a formação de um tubo especial que surge da extremidade do tubo polínico em contato com o aparelho fibrilar. Esse tubo, de diâmetro menor que o do tubo polínico, atravessa o aparelho fibrilar e, pelo turgor e pela pressão de seu endocitoesqueleto, abre uma passagem através de sua massa mucilagínosa. Dentro do citoplasma da sinérgide penetrada, ele pode abrir-se de imediato ou ainda crescer mais um trecho antes de abrir-se.

De qualquer maneira a abertura do tubo polínico põe em contato direto os



**Figura 6. Eletromicrografia de transmissão de um ginófito fecundado, de *Epidendrum scutella* mostra a sinérgide penetrada e descarga do tubo polínico; célula-média com núcleo secundário em grande atividade nucleolar; citoplasma muito ativo com numerosos poliribossomos; retículo endoplasmático rugoso; numerosas organelas de dupla membrana e dictiossomos. Na parte inferior, antípoda(s) reduzida(s).**

citoplasmas das duas células envolvidas, com conseqüências espetaculares. De fato, aqui tem lugar uma reação de grande velocidade que desorganiza todos os sistemas de membranas. Desaparecem, então, todos os compartimentos celulares, e os fosfolípidios, que antes formavam as unidades de membrana, dispersam-se em todas as direções. Todas as organelas de membrana simples ou dupla perdem seus limites e seu conteúdo se mistura com o do estroma citoplasmático\* que, por sua vez, é diluído com o conteúdo do vacuoma\*.

Apesar de todas essas transformações, é possível identificar os núcleos da sinérgide e do tubo, desprovidos de membrana e sem cariolinfa, conhecidos como corpos X. Esse meio não oferece os obstáculos que ofereceriam as estruturas membranosas do retículo endoplasmático e as demais organelas, e é muito favorável para o deslocamento dos gametas que devem alcançar a oosfera e a célula-média.

A última etapa da fecundação é a singamia. Sua natureza depende, em grande parte, das características citológicas ultra-estruturais de gametas e oosferas. Poucos são os casos bem conhecidos e, sem dúvida, é possível acreditar que existe uma diversidade estrutural e funcional muito maior do que se imaginava.

Baseado nos dados atuais pode-se dizer que existem dois tipos gerais, com

variantes particulares: 1) gametas maduros independentes, não-relacionados fisicamente com o núcleo vegetativo, como mostrado na figura 4; 2) gametas maduros, relacionados fisicamente com o núcleo vegetativo.

As células dos gametas independentes possuem um alto grau de especialização e simplificação. Nesse estado, seu núcleo não exibe nucléolo, e a cromatina se acha em alto grau de condensação, não possuindo, praticamente, cariolinfa. Em tais casos, a descarga do tubo polínico é muito grande, podendo duplicar ou triplicar o volume da sinérgide penetrada (figura 6). Aparentemente, os gametas estariam dotados de um sistema de locomoção próprio de localização intranuclear.

A associação dos gametas ao núcleo vegetativo pode se dar de diversas maneiras, embora até o momento se desconheça a natureza de tal associação. Em alguns casos aderem-se à carioteca numa superfície relativamente ampla; em outros, os gametas se acham unidos entre si, e também ao núcleo vegetativo, pelas suas extremidades. A descarga nesses casos compreende o núcleo vegetativo, dois gametas e uma porção muito reduzida de citoplasma da célula vegetativa. Trata-se de uma descarga comparativamente reduzida. O núcleo vegetativo desempenha um papel importante de liberação dos gametas, permitindo a

plasmogamia\*. Convém destacar que os núcleos gametas, apesar do tamanho reduzido, exibem nucléolo e certo grau de dispersão da cromatina.

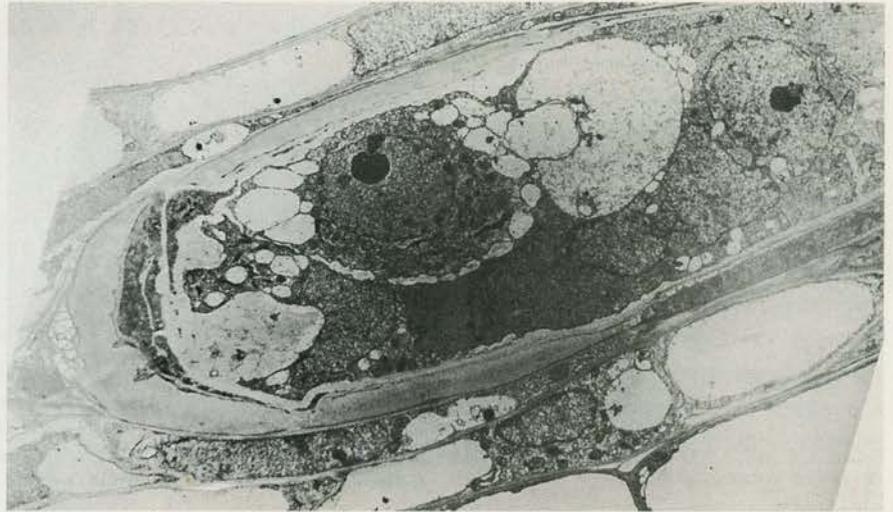
A singamia compreende a plasmogamia e a cariogamia\*, fenômenos que apresentam variações particulares dependendo das características citológicas dos gametas. Em todos os casos, entretanto, os eventos se concretizam mediante a fusão de membranas e a formação subsequente de pontes de conexão, tanto na oosfera quanto na célula-média (figura 7). Concluído o processo, formam-se dois zigotos: a oosfera com um dos gametas constituirá o zigoto do novo esporófito que vai formar o embrião da semente, e o segundo gameta fusionado com a célula-média dará origem ao endosperma ou xenófito\*. Essa última geração, em muitos casos passa a formar parte de um tecido de reserva que será utilizado pelo embrião esporofítico, antes ou durante a germinação.

### **A dupla fecundação é exclusiva das Angiospermas?**

A formação desses dois zigotos é conhecida no âmbito da Botânica como "dupla fecundação". Esse é um fenômeno considerado único e exclusivo das Angiospermas, e tem sido usado como um argumento concludente para postular a origem monofilética\* das Angiospermas.

As Gimnospermas constituem um grande grupo de plantas, consideradas as mais próximas das Angiospermas, do ponto de vista filogenético, por suas características comuns muito importantes, tais como a formação de sementes e a disposição semelhante do sistema de condução.

O desenvolvimento do endosperma e de frutos em torno das sementes apresentam-se como as duas características exclusivas das Angiospermas que, na opinião de muitos autores, não encontrariam antecedentes entre as Gimnospermas atuais. Sem dúvida a maioria das orquídeas, dentro das Angiospermas, nunca desen-



**Figura 7. Eletromicrografia de transmissão de um ginófito fecundado, seccionado longitudinalmente. Na parte superior, sinérgide não-penetrada com aparelho fibrilar muito desenvolvido; zigoto com o nucléolo da oosfera bem desenvolvido e o do gameta masculino em processo de desenvolvimento; o vacúolo do pólo calazal incorpora água do vacuoma da célula-média, que tem dois núcleos polares e um núcleo gamético em processo de fusão.**

volem endosperma, embora a dupla fecundação ocorra. Por outro lado, existe dupla fecundação no gênero *Ephedra* (rabo-de-cavalo) dentro das Gimnospermas.

Os ginófitos das Gimnospermas, geralmente, possuem vários gametângios suscetíveis de serem fecundados e de gerarem zigotos. Estes apresentam-se inicialmente como embriões mas, por questões de competição, pode acontecer de apenas um alcançar o desenvolvimento completo. A presença de dois desses zigotos em um mesmo ginófito não deve confundir-se com a dupla fecundação. O fenômeno da dupla fecundação se refere à fusão de dois gametas de um mesmo andrófito com duas células gaméticas geradas no interior de um mesmo gametângio feminino.

Para se vincular filogeneticamente as Gimnospermas com as Angiospermas, além de analisar as estruturas esporofíticas e sua enorme variedade de formas geradas por adaptações ambientais, devemos considerar a evolução das gerações sexuais e as peculiaridades da fecundação, pois é muito provável que encontraremos a presença de certos traços conservadores que podem estabelecer um

bom encadeamento.

É importante considerar que todas as Gimnospermas, como as Angiospermas, formam dois gametas nos seus andrófitos. Uma vez estabelecida a sifonogamia entre as Gimnospermas, estabelece-se outra particularidade da fecundação, isto é, a entrada forçosa de dois gametas dentro do mesmo gametângio. Dessa forma, toda vez que mais de uma célula feminina viável se encontre no seio do gametângio, pode ocorrer a dupla fecundação.

Dadas essas condições, é muito provável que a dupla fecundação tenha ocorrido repetidamente em várias espécies não diretamente relacionadas, abrindo a possibilidade de mais de uma rota evolutiva para a angiospermia, ou seja, a origem polifilética\* das Angiospermas.

### **Sugestões para leitura:**

- CRESTI M., GORI P., PACINI E. (edit.). *Sexual Reproduction in Higher Plants*. Berlin, Springer-Verlag, 1988.
- JOHRI B.M. (edit.) *Embryology of Angiosperms*. Berlin, Springer-Verlag, 1984.
- MARIATH J. E.A.M. e outros "Aspectos Anatómicos e Embriológicos em espécies do gênero *Ilex*" In: WINGE H. e outros (edit.). *A cultura da Erva-Mate no Cone Sul*. Porto Alegre, Editora da Universidade, UFRGS, 1995 (in press).

## Etapas Evolutivas para a Colonização do Ambiente Terrestre

Dentro das algas verdes, o gênero *Oedogonium* (A,B) representa o primeiro degrau da evolução. Caracteriza-se por possuir um ciclo biológico de gerações alternantes e gametângios e esporângios de estruturas simples. A sexualidade é oogâmica com deslocamento autônomo dos gametas masculinos flagelados.

O segundo degrau está exemplificado pelo gênero *Funaria* (Briófitos) (C-gametófito, D-esporófito, E-esporos, F-protonema) também com alternância de esporófito e gametófito, e com mesmo tipo de sexualidade porém com surgimento de gametângios e esporângios de estrutura complexa. Nesse caso, o esporófito é de ocorrência estacional e depende nutricionalmente do gametófito.

O terceiro degrau, representado por uma espécie de Pteridófito, isosporada (G-gametófito, H-esporófito, I-esporo), é em tudo semelhante ao segundo degrau, mas aqui o esporófito é a geração dominante no espaço e no tempo, sendo o gametófito de vida efêmera e o esporófito perene e nutricionalmente autotrófico.

O quarto degrau, identificado pelo gênero *Selaginella* (J-gametófito, K-esporófito). Aqui mantêm-se as características gerais assinaladas para o degrau anterior. Entretanto, diferencia-se a heterosporia, isto é, o surgimento de andrósporos (microsporos) e ginósporos (megásporos). Nesse momento, para as futuras plantas terrestres, desaparece a condição hermafrodita dos gametófitos, ainda presente no terceiro degrau.

O quinto degrau, representado pelos gêneros *Cycas* (L-esporófito, M-rudimento seminal, andrófitos e tetrade ginósporos, N-rudimento seminal, andrófitos e ginófitos maduros cinzas, O-semente com reservas protálicas e embrião esporofítico), possui em essência as mesmas características do degrau anterior. Entretanto, são estabelecidos nesta etapa dois fatos fundamentais que significarão o maior grau de eficiência para a colonização das áreas mais afastadas de cursos d'água mais ou menos permanentes: 1) a condição parasita dos andrófitos sobre os rudimentos seminais; e 2) o caráter indeiscente dos ginospórangios, condição esta que obriga o desenvolvimento do ginófito no interior do próprio esporângio. A sexualidade ocorre com as mesmas características dos degraus anteriores. O ginófito, abrigando o embrião esporofítico, depois da fecundação, passa a ter função de reserva, dando origem as sementes protálicas.

O sexto degrau, exemplificado pelas Angiospermas (P-esporófito com uma flor perfeita, Q-semente endospermada com embrião esporofítico), em quase todos os aspectos é

semelhante ao degrau anterior. Entretanto, aqui o andrófito desempenha um papel ativo na aproximação dos gametas, que perderam sua condição flagelada. Por outro lado, duas células do ginófito serão fecundadas, dando origem a dois zigotos. Um deles dará origem ao embrião esporofítico e o outro ao embrião xenofítico. Este, freqüentemente, origina o tecido de reserva. O rudimento seminal, na sua totalidade, passará a constituir as sementes endospermadas.



**Representação esquemática dos degraus adaptativos na evolução das estruturas reprodutoras vegetais que conduziram a colonização do ambiente terrestre.**

- A** – Androsporófito de uma espécie de *Oedogonium*;
- B** – Ginófito de *Oedogonium* sp. e dois andrófitos epífitos (filamentos oblíquos à direita e à esquerda);
- C** – Gametófito hermafrodita (androginófito) de uma espécie de *Funaria*. Da direita à esquerda, androgametângio (anterídio) e ginogametângio (arquegônio);
- D** – Esporófito de *Funaria* sp.;
- E** – Esporos de *Funaria* sp.;
- F** – Protonema de *Funaria* sp.;
- G** – Androginófito de *Polypodium* sp.;
- H** – Esporófito isosporóico de *Polypodium* sp.;
- I** – Esporo de *Polypodium* sp.;
- J** – Andrófito e ginófito endosporóico de *Selaginella* sp.;
- K** – Esporófito de *Selaginella* sp. com uma espiga portadora de ginospórangios no ápice;
- L** – Esporófito heterosporóico (ginosporófito) de *Cycas* sp., não se representou o androsporófito;
- M** – Rudimento seminal de *Cycas* sp. polinizado e com ginósporos no nucelo e andrófitos em desenvolvimento na região micropilar;
- N** – Rudimento seminal de *Cycas* sp. com ginófitos e andrófitos maduros;
- O** – Semente de *Cycas* sp. com reservas no ginófito, representado em cor cinza; embrião esporofítico representado em cor verde;
- P** – Esporófito bispóico (androginosporóico) de uma espécie de Angiospermas. A flor, disposta no ápice, possui estames onde se localizam os androsporângios que geram tetrades de andrósporos e o pistilo, que encerra um rudimento seminal em cujo interior se desenvolveu o ginófito. Note-se os andrófitos em desenvolvimento no estigma e ao longo do estilete.
- Q** – Semente endospermada com embrião esporofítico.

## Sexualidade versus esporidade

O emprego de nomenclatura sexológica aplicada à estruturas esporofíticas, essencialmente assexuadas, criou um estado de confusão que ainda persiste no âmbito da Botânica, apesar dos descobrimentos de Hofmeister sobre a alternância de gerações. Essa confusão se reflete no emprego do termo hermafrodita, aplicado a flores ou plantas esporofíticas.

Todas as Angiospermas possuem indivíduos sexuados masculinos e indivíduos sexuados femininos separados, tendo desaparecido no curso da Evolução o caráter hermafrodita ainda presente em Briófitos e alguns Pteridófitos.

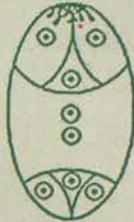
No esquema comparativo apresentado abaixo ressaltam-se essas diferenças e emprega-se pela primeira vez o conceito de 'esporidade', referindo-se a plantas ou flores dependendo o tipo de esporo que produza. Substitui-se assim o conceito errôneo de sexualidade das flores ou das plantas esporofíticas.

## Sexualidade dos gametófitos

**OBS:** Nomenclatura baseada nos tipos de gametas produzidos. A ordem de citação da nomenclatura representa a preferencial de uso.

**Condição**  
**Unissexual Feminina**

**Gametas femininos**  
**Ginófito**  
**Gametófito feminino**  
**Megagametófito**  
**Planta sexuada feminina**  
**Pé feminino**  
**Saxo embrionário maduro**



**Condição**  
**Unissexual masculina**

**Gametas masculinos**  
**Andrófito**  
**Gametófito masculino**  
**Microgametófito**  
**Planta sexuada masculina**  
**Pé masculino**



## Esporidade do esporófito

**OBS:** Nomenclatura baseada em distintas hierarquias de caracteres. Em *itálico* termos incorretos que deveriam ser abandonados. A ordem de citação da nomenclatura representa a preferencial de uso.

**Condição**  
**Bispórica *Bissexual***

**Esporos**  
**Androginospórico(a)**  
**Esporângios**  
**Androginosporangiado(a)**  
**Agrupamento de Esporângios**  
**Flores perfeitas**  
**Monoica com flores perfeitas**  
*Hermafroditas*



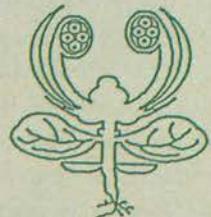
**Condição**  
**Monospórica *Unissexual***

**Esporos**  
**Ginospórico(a)**  
**Megaspórico(a)**  
**Esporângios**  
**Ginosporangiado(a)**  
**Megasporangiado(a)**  
**Agrupamento de Esporângios**  
**Pistilada *Feminina***  
**Imperfeito(a) carpelado(a)**  
**ou pistilado(a)**  
**Dióico(a) pistilado(a)**  
*Unissexual feminina*



**Condição**  
**Monospórico(a) *Unissexual***

**Esporos**  
**Androspórico(a)**  
**Microspórico(a)**  
**Esporângios**  
**Androsporangiado(a)**  
**Microsporangiado(a)**  
**Agrupamento de Esporângios**  
**Estaminado(a) *Masculina***  
**Imperfeito(a) estaminado(a)**  
**Dióico(a) estaminado(a)**  
*Unissexual masculina*



**andrófito** • planta sexuada masculina.

**androsporângios** • esporângio que produz andrósporos; saco polínico dos estames.

**andrósporos** • esporo que origina, ao germinar, um gametófito masculino, ou seja, um andrófito.

**antera** • parte do estame que representa o conjunto de androsporângios.

**anterozóide** • idem gameta flagelado.

**antófitos** • plantas vasculares superiores, que têm flores.

**cariogamia** • fusão de 2 núcleos de polaridade distinta, ocorrendo imediatamente após a plasmogamia.

**cariolinfa** • suco nuclear ou carioplasma; muitas vezes retrata uma fase quase líquida de vários compostos dissolvidos e em estado coloidal, contendo proteínas, ácidos nucléicos etc.

**carioteca** • membrana nuclear.

**cromatina** • matriz que está associada aos filamentos onde se encontram os genes.

**esporângios** • estrutura que contém os esporos, podendo ser de estrutura simples quando constituídos pela parede da célula-mãe dos esporos, ou de estrutura complexa quando a parede esporangial está constituída por um número variável de células vegetativas estéreis.

**esporoderme** • carapaça de proteção que envolve o andrófito.

**esporófito** • geração produtora de esporos.

**esporopolenina** • substância presente na esporoderme, resistente a ação de ácidos, mantendo a estrutura da carapaça do andrófito por milhares de anos ("pólen fóssil").

**estroma citoplasmático** • matriz citoplasmática ou massa fundamental das células superiores.

**gameta** • célula diferenciada sexualmente, cujo destino é funcionar-se com outra de polaridade, oposta.

**gameta flagelado** • gameta masculino móvel; sinônimo de espermatozóide, po-

rém mais adequado quando se refere ao Reino Vegetal.

**gametângio** • estrutura no interior da qual se diferenciam os gametas.

**gametófitos** • geração produtora de gametas.

**Gimnospermas** • plantas que possuem sementes nuas ou sem proteção de um verdadeiro pericarpo.

**ginófito** • planta sexuada feminina.

**ginosporângio** • esporângio que produz ginósporos.

**ginósporo** • esporo gerador do ginófito.

**haplóide** (ginósporo; andrósporo) • aplicado a uma célula, quando contém o complemento gamético de cromossomos.

**haustoriais, células com funções** • células modificadas capazes de penetrar e absorver materiais nutricionais de tecidos vizinhos.

**macromoléculas metaestáveis** • conjunto de macromoléculas, constituintes de um organismo vivo, em constante estado de alteração de posição ou forma, cuja estagnação dessa dinâmica representaria a morte.

**meiose** • divisão celular formando 4 células-filhas com número reduzido de cromossomos.

**micrópila** • pequena abertura limitada pelo(s) tegumento(s) dos rudimentos seminiais por onde passa o tubo polínico durante o processo da fecundação.

**mitose** • divisão celular na qual se mantém constante o número de cromossomos das células-filhas.

**monofilética, origem** • nos sistemas filogenéticos, um tronco ou ramo hierárquico qualquer que derivam de uma única forma fundamental primitiva.

**oosfera** • gameta feminino.

**plasmalema** • membrana simples que delimita o citoplasma, próximo à parede celular, também denominada membrana plasmática.

**plasmogamia** • fusão dos citoplasmas de 2 gametas de polaridade distinta.

**polifilética origem** • nos sistemas filogenéticos, um tronco ou ramo hierárquico qualquer que se originam de diversos antepassados, isto é, que não procedem de um único organismo primitivo fundamental.

**sincário** • fusão de dois núcleos, estreitamente associados.

**sifonogamia** • fecundação mediante a formação de um tubo ou sifão, como no caso da maioria das Gimnospermas e todas as Angiospermas.

**sifonogênica, célula** • célula do andrófito ou grão do pólen, responsável pela formação do tubo polínico.

**singamia** • união de dois gametas para formar um zigoto.

**vacuoma** • sistema vacuolar de uma célula; fase aquosa da célula, na qual se acumulam e se transformam numerosos produtos do metabolismo.

**xenófito** • geração auxiliar das Angiospermas, como resultado sexual da fusão entre um gameta masculino e a célula-mãe do gametófito feminino. Não se integra ao ciclo reprodutivo visto que não produz estruturas reprodutoras próprias, atuando geralmente como um tecido de reserva dentro da semente. Geralmente é denominado como endosperma ou albúmen.

**zigósporo** • zigoto provido de uma parede especial, que lhe confere grande resistência.

**zoidiogamia** • fecundação de um gameta feminino imóvel por um gameta masculino flagelado que se move de modo autônomo.

**zoosporângio (ou zigosporângio)** • esporângio que produz esporos móveis, ou seja, zoósporos.

**zoósporo** • célula flagelada, móvel, que, por mitoses sucessivas, origina uma geração.

# Atualização da Política Espacial Brasileira

As atividades espaciais brasileiras ganharam, em 1994, novo marco institucional e novas diretrizes políticas. A Agência Espacial Brasileira (AEB), de natureza civil, ligada diretamente à Presidência da República, foi criada em 10 fevereiro (ver *Ciência Hoje*, nº 99). Até julho, já tinham sido nomeados seu presidente, Luis Gylvan Meira Filho, seu secretário-geral, brigadeiro Ajax de Barros de Melo, e quatro de seus cinco diretores, bem como os 19 membros de seu Conselho Superior, com caráter deliberativo. Composta sua estrutura básica de funcionamento, restava-lhe atualizar a política espacial brasileira, como determina a lei que criou a AEB.

O último documento deste teor, sancionado em fevereiro de 1985, no apagar das luzes do regime autoritário, é inteiramente desconhecido do país. Classificado como "sigiloso", sequer foi publicado no *Diário Oficial da União*. Só agora, 10 anos depois – e no 38º ano da Era Espacial, iniciada em 4 de outubro de 1957 com o *Sputnik 7* –, o Brasil pode ler, pela primeira vez, o texto oficial que estabelece as razões e metas de nossas atividades espaciais. A exploração e o uso do espaço exterior parecem deixar, finalmente, de ser exclusivas de áreas sob estrito controle militar. Estranhamente, a Medida Provisória nº 813, de 1º de janeiro de 1995, em seu artigo 14, incluía a "política aeroespacial nacional, civil e militar", entre as competências do Ministério da Aeronáutica. Deve haver um equívoco, porque a política espacial é de competência da AEB. Ou não é mais?

*Ciência Hoje* reproduz, a seguir, a íntegra do Decreto nº 1.332, aprovado pelo Conselho Superior da AEB, assinado em 8 de dezembro de 1994 pelo então presidente da República Itamar Franco e publicado no *Diário*

*Oficial da União* do dia seguinte, contendo a "atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE)".

Usa-se o termo "atualização", porque certamente se presume que há uma política espacial anterior, embora acessível só a círculos restritos. Mas, não se fica sabendo o que, afinal, está sendo atualizado, porque o novo documento, em nenhum momento se refere ao antigo. Não se faz a avaliação do antigo, que, aliás, nem é mencionado. Assim, fica-se sem elementos para se perceber a evolução da política espacial no país.

Este equívoco básico leva a outros. A Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), criada em 1979 e hoje tema de constantes discussões entre pesquisadores, técnicos e profissionais do setor, é vista apenas pelos seus limitados resultados positivos. Os atrasos e os problemas acumulados ao longo de 15 anos são ignorados. Como seguir adiante sem uma análise consistente desta nossa primeira grande experiência de programa espacial? Acaso não é evidente que ela precisa passar por criteriosa revisão?

O Brasil, por esta nova política, não assume o compromisso de promover atividades espaciais exclusivamente para fins pacíficos. A possibilidade de programas espaciais militares mantém-se aberta, como já se observara na própria lei que criou a AEB, apesar do caráter declaradamente civil da instituição.

Fica a impressão de um documento pleno de boas intenções, mas comprometido por algumas formulações apressadas e sobretudo pela inibição de examinar o problema como se a história não existisse.

# Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais

## I. Introdução

A presente atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), elaborada pela Agência Espacial Brasileira em cumprimento ao item II, do artigo 3º da Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, e aprovada pelo presidente da República, estabelece os objetivos e diretrizes que deverão nortear as ações do Governo Brasileiro voltadas à promoção do desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional.

## II. Conceituações

1. Utiliza-se a expressão *sistemas espaciais* para indicar engenhos destinados a operar no espaço ou a viabilizar a operação no espaço de equipamentos destinados a permitir ao homem acesso a informações ou serviços. Desta forma *sistemas espaciais* significarão, genericamente: as estações espaciais; os satélites; as plataformas espaciais (ou *busses*); as cargas úteis, representadas pelos equipamentos de medidas, observações ou telecomunicações propriamente ditos; os foguetes e os veículos de transporte espacial.

2. Refere-se à *infra-estrutura espacial* como ao conjunto de instalações, sistemas ou equipamentos de superfície, bem como serviços associados, que proporcionam o apoio necessário à efetiva operação e utilização dos *sistemas espaciais*. Incluem-se nesta categoria os centros de lançamento de foguetes, de veículos lançadores de satélites e de balões estratosféricos; os laboratórios especializados de fabricação, testes e integração; as estações e centros de rastreamento e controle, bem como os de recepção, tratamento de dados de satélites etc.

3. As *atividades espaciais* são entendidas como o esforço sistemático para desenvolver e operar sistemas espaciais, bem como a necessária e correspondente *infra-estrutura*, visando a permitir ao homem ampliar seu conhecimento do Universo, em particular do planeta Terra e sua atmosfera, bem como explorar, com objetivos utilitários, a disponibilidade desses novos dispositivos.

4. As *atividades espaciais* de um país organizam-se usualmente em programas, compostos de subprogramas, projetos e atividades de caráter continuado. Ao conjunto desses programas costuma-se referir como o *Programa Espacial do País*. De forma análoga, o *Programa Nacional de Atividades Espaciais* representará o conjunto das iniciativas proposto pela Agência Espacial Brasileira e aprovado pelo presidente da República.

## III. Considerações gerais

As principais considerações que embasam a formulação desta política são sintetizadas a seguir:

Tipicamente as atividades espaciais requerem elevados investimentos em projetos de longa duração, mas de alto retorno esperado.

Ao longo das quatro décadas da recente história das atividades espaciais no mundo, muitos benefícios econômicos e sociais, decorrentes de forma direta ou indireta dessas atividades, puderam ser bem caracterizados. Esses benefícios resultam diretamente das aplicações de satélites artificiais na solução de problemas do cotidiano, especialmente no campo das telecomunicações, da previsão do tempo e do clima, do inventário e do monitoramento de recursos naturais, da navegação e da ciência. Os benefícios indiretos decorrem principalmente da utilização dos conhecimentos científicos e tecnológicos resultantes das atividades espaciais em inúmeros setores da atividade humana, desde a medicina à produção de bens e serviços bastante diversificados, com destaque para as áreas de microeletrônica, informática e novos materiais.

Os investimentos brasileiros no campo espacial, durante os últimos 30 anos, permitiram ao País formar quadros competentes de especialistas, consolidar instituições nacionais de pesquisa e desenvolvimento, implantar importantes instalações de infraestrutura e iniciar a formação de uma indústria espacial brasileira. Permitiram, ainda, a disseminação das técnicas de comunicações, navegação, sensoriamento remoto e meteorologia por satélites de grande potencialidade no equacionamento de inúmeros problemas nacionais.

A Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), iniciada em 1979, representou o primeiro grande programa nacional no âmbito do espaço e a adoção do modelo, consagrado mundialmente, de desenvolvimento através de compromissos ambiciosos e de longo prazo. A MECB logrou êxito, merecendo destaque, entre seus resultados, o lançamento com grande sucesso do primeiro satélite desenvolvido no Brasil, o SCDI; a implantação da infra-estrutura básica para as futuras missões espaciais brasileiras, incluindo-se o Laboratório de Integração e Testes de satélites (LIT) e o Centro de Rastreamento e Controle de satélites (CRC), ambos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, do Ministério da Ciência e Tecnologia. Resultados dignos de igual destaque foram a implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e a consecução das principais etapas de desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites, o VLS, ambos pelo Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Aeronáutica.

As características geoeconômicas do Brasil fazem com que sejam muito expressivas as potencialidades de aplicação da tecnologia espacial no atendimento a um rol numeroso de necessidades nacionais. Essas características incluem a grande extensão; a concentração demográfica ao longo da zona costeira; as vastas regiões de florestas tropicais; as amplas áreas de difícil acesso e baixa ocupação; as extensas fronteiras e costa marítima; e o significativo volume de recursos naturais ainda insatisfatoriamente mapeados.

A localização especial do Brasil no globo terrestre permite que se concebam sistemas espaciais específicos e economicamente vantajosos para a solução de alguns problemas de interesse nacional, os quais poderão ainda interessar a outros países vizinhos ou localizados em regiões propícias do planeta.

As alterações geopolíticas no cenário internacional têm provocado mudanças no perfil dos programas espaciais em todo o mundo, criando maiores oportunidades de cooperação internacional e maior valorização de programas menores, menos dispendiosos e voltados a resultados de mais curto prazo.

Como decorrência das tendências no âmbito internacional, as tecnologias de pequenos satélites e de veículos lançadores de menor porte passam a ter maior importância, valorizando a experiência brasileira adquirida com a MECB e criando maiores oportunidades para futuras iniciativas.

Os veículos de transporte espacial merecem atenção especial, em razão da natureza das tecnologias envolvidas, das dificuldades de cooperação internacional e do valor estratégico, assegurando ao País autonomia na colocação no espaço dos satélites, plataformas e cargas úteis de seu interesse.

Os avanços do Brasil no setor espacial precisam ser consolida-

dos e ampliados. Isto requer que se complete, mantenha e atualize a infra-estrutura existente, que se aumente e aprimore a base de recursos humanos dedicados às atividades espaciais, que se amplie a participação institucional dos produtos e serviços de natureza espacial. A participação institucional aqui referida abrange tanto o setor governamental quanto o privado e, em especial, o parque industrial brasileiro.

#### IV. Objetivos

*A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) tem como objetivo geral promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira.*

Para a consecução deste objetivo geral identificam-se os seguintes objetivos específicos:

1. *Estabelecimento no país de competência técnico-científica na área espacial que lhe possibilite atuar com real autonomia:*

- na seleção de alternativas tecnológicas para a solução de problemas brasileiros;
- no desenvolvimento de soluções próprias para problemas específicos de nosso território ou de nossa sociedade, sempre que alterna-

tivas mais econômicas não sejam disponíveis ou de acesso assegurado;

- na efetiva utilização das informações propiciadas pelos meios espaciais que sejam de interesse para a sociedade brasileira; e
- nas negociações, acordos e tratados internacionais envolvendo matérias pertinentes às atividades espaciais ou que possam beneficiar-se dos conhecimentos decorrentes dessas atividades.

2. *Promoção do desenvolvimento de sistemas espaciais, bem como de meios, técnicas e infra-estrutura de solo correspondentes, que venham propiciar ao Brasil a disponibilidade de serviços e informações de sua necessidade ou interesse.*

3. *Adequação do setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais.*

#### V. Diretrizes

No planejamento e na execução dos programas decorrentes dos objetivos acima explicitados, as seguintes diretrizes deverão ser observadas:

1. **PRIORIDADE PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NACIONAIS**

Os recursos destinados ao desenvolvimento das atividades espaciais brasileiras deverão concentrar-se em iniciativas volta-



das à busca de soluções, propiciadas pelos conhecimentos e meios espaciais para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País.

## 2. CONCENTRAÇÃO DE ESFORÇOS EM PROGRAMAS MOBILIZADORES

A experiência internacional tem demonstrado que o progresso no setor espacial é mais significativo, e apreciado pela opinião pública, quando alavancado através de grandes programas mobilizadores, que concentrem esforços em objetivos claros, conseqüentes e meritórios, e que imponham consideráveis desafios científicos e tecnológicos aos órgãos e empresas incumbidos de sua execução.

A Agência Espacial Brasileira e os demais órgãos integrantes do Sistema Nacional de Atividades Espaciais deverão buscar, permanentemente, conceber novas iniciativas e organizar as atividades em andamento através de programas com as características ressaltadas acima.

## 3. ESCOPO DELIMITADO PELOS RESULTADOS FINAIS

As ações governamentais na área espacial deverão ser organizadas através de programas concebidos de forma a garantir que os resultados almejados se materializem em benefícios concretos para a sociedade brasileira.

Como conseqüência, os programas de aplicações deverão considerar todos os segmentos necessários para garantir o efetivo acesso do usuário final aos produtos e serviços possibilitados pelo programa, bem como deverão considerar a disponibilidade de meios para a plena utilização das novas informações disponíveis. Em geral, esta diretriz implica em esforços significativos de análise e processamento de dados e no desenvolvimento de tecnologias para tal fim, bem como no estabelecimento e na operação de estruturas apropriadas. Implica também em esforços de difusão tecnológica.

## 4. ANÁLISE CRITERIOSA DOS INVESTIMENTOS

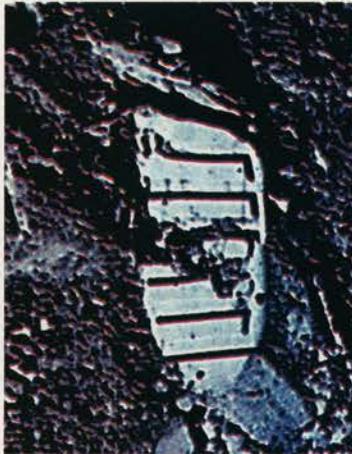
Os investimentos governamentais em pesquisa e desenvolvimento na área espacial deverão buscar, explicitamente, a consecução dos objetivos expressos nesta política. Adicionalmente, deverá-se requerer que os programas e projetos a serem financiados tenham um claro sentido de eficácia, devendo-se:

- priorizar iniciativas associadas a uma distribuição equilibrada de resultados ao longo do tempo, onde se garantam conseqüências de curto e médio prazo que diminuam o risco global do projeto e possam facilitar a decisão de dar continuidade aos investimentos; e
- submeter as propostas de investimentos em programas a

análises de custo-benefício, que levem em conta os resultados a serem alcançados.

## 5. COOPERAÇÃO INTERNACIONAL CONSEQÜENTE

A cooperação internacional apresenta-se nos dias atuais como a forma natural de viabilizar os empreendimentos espaciais que, tipicamente, são bastante dispendiosos. No entanto, há que se ter clareza de que na área tecnológica a cooperação entre países não costuma ter o caráter de intercâmbio gratuito de informações valiosas. Compartilha-se o estritamente necessário à consecução do objetivo comum. Neste contexto, as seguintes orientações deverão ser observadas:



- as propostas de acordo de cooperação internacional deverão se explicitar com clareza e pragmatismo os benefícios decorrentes para as partes envolvidas, sendo que os interesses associados à participação brasileira deverão situar-se primordialmente no âmbito dos objetivos desta política;

- as iniciativas de cooperação de cunho científico deverão ser incentivadas, buscando-se estabelecer condições favoráveis ao intercâmbio de pessoal para o Brasil, instrumentação e dados, bem como assegurar participação proveitosa para o Brasil nos grandes programas científicos internacionais;

- as oportunidades de cooperação no âmbito da engenharia e tecnologia de sistemas espaciais e correspondente infra-estrutura deverão ser aproveitados na medida do interesse e das necessidades do País;

- iniciativas de cooperação com países que compartilhem problemas e dificuldades similares aos do Brasil, deverão merecer especial atenção; e

- o estabelecimento e a adoção de padrões internacionais deverão ser apoiados como forma de facilitar o intercâmbio de informações e assegurar uma crescente compatibilização de sistemas espaciais entre organizações cooperantes em todo o mundo.

## 6. INCENTIVO À PARTICIPAÇÃO INDUSTRIAL

A participação da indústria nacional nos programas de desenvolvimento de tecnologias e sistemas espaciais é condição necessária para a efetiva absorção pelo setor produtivo da capacitação promovida por esses programas. Esta participação deverá ser prevista de forma explícita nas propostas de novos programas, devendo-se:

- promover a qualificação da indústria nacional não apenas para o fornecimento de partes e equipamentos, mas também para o desenvolvimento e a manufatura de subsistemas e sistemas completos;

- buscar a integração entre as equipes das instituições de pesquisa e desenvolvimento e os seus parceiros industriais, através da realização conjunta de projetos de desenvolvimento tecnológico que incluam a indústria desde a etapa e concepção; e
- buscar a aprovação de planos de longo prazo que permitam às empresas nacionais decidir, com menor grau de incerteza, sobre sua participação no programa espacial brasileiro.

#### 7. UTILIZAÇÃO OTIMIZADA DE RECURSOS

Os recursos humanos e de infra-estrutura no País deverão ser reconhecidos como escassos e, conseqüentemente, especialmente valorizados, preservados e utilizados de forma otimizada. Nesse contexto, deverão ser observados, ainda, os seguintes aspectos:

- a análise das propostas de novas iniciativas deverá levar em conta as necessidades e disponibilidades de recursos humanos e de infra-estrutura, buscando-se evitar tanto a duplicação de esforços quanto a sobrecarga e o desmembramento de equipes; e
- as instalações laboratoriais implantadas nas instituições governamentais de pesquisa e desenvolvimento para atender ao Programa Nacional de Atividades Espaciais deverão ser compartilhadas com universidades e empresas nacionais, sem prejuízo de suas funções precípuas.



#### 8. CAPACITAÇÃO EM TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS

Os projetos de capacitação em novas tecnologias deverão priorizar o domínio de tecnologias consideradas estratégicas para o País, segundo critérios que incluam:

- importância para sistemas ou serviços espaciais de grande interesse para o País;
- dificuldades de importação existentes no âmbito internacional;
- potencial valor comercial dessas tecnologias para empresas brasileiras; e
- competências e facilidades disponíveis no País, que permitam aspirar contribuições inovadoras ao estado da arte.

#### 9. PRAGMATISMO NA CONCEPÇÃO DE NOVOS SISTEMAS ESPACIAIS

Na concepção de novos projetos de desenvolvimento de sistemas espaciais, os esforços deverão voltar-se, preferencialmente, para a solução de problemas peculiares à sociedade ou ao território brasileiros e que se incluam, adicionalmente, no rol de preocupações da comunidade internacional. As soluções buscadas deverão caracterizar-se, preferencialmente, pela atividade da relação custo-benefício, pela potencialidade de exploração comercial rentável.

#### 10. VALORIZAÇÃO DAS ATIVIDADES CIENTÍFICAS

As atividades de investigação científica ou de pesquisa básica no âmbito espacial deverão ser valorizadas não apenas por contribuírem para o conhecimento universal mas, principalmente, por concorrerem para o desenvolvimento nacional.

#### 11. ÊNFASE NAS APLICAÇÕES ESPACIAIS

As aplicações da tecnologia espacial na solução de problemas típicos de um país com as características geopolíticas do Brasil constituem a principal justificativa para os investimentos governamentais neste setor. O planejamento das atividades espaciais brasileiras deverá contemplar as aplicações da tecnologia espacial na solução de problemas como comunicações em regiões remotas, monitoramento ambiental, vigilância da Amazônia, patrulhamento de fronteiras e da zona costeira, inventário e monitoramento de recursos naturais, planejamento e fiscalização do uso do solo, previsão de safras agrícolas, coleta de dados ambientais, previsão do tempo e do clima, localização de veículos e sinistros, e de desenvolvimento de processos industriais em ambiente de microgravidade, além da defesa e segurança do território nacional.

As instituições governamentais executoras de atividades espaciais deverão atuar no desenvolvimento de sistemas, produtos, processos e métodos que viabilizem as aplicações espaciais e deverão, sempre que possível, repassar a empresas privadas a prestação de serviços ou o fornecimento de produtos derivados dessas aplicações.

#### 12. COERÊNCIA ENTRE PROGRAMAS AUTÔNOMOS

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), que deverá planejar ações que concretizem os objetivos estabelecidos nesta Política, deverá ser constituído de programas de cunho científico, de aplicações e de capacitação tecnológica, além da implantação, manutenção e ampliação de infra-estrutura tanto operacional quanto de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento. Estes diversos programas deverão necessariamente guardar entre si relação de coerência de curto e longo prazos.

Assim, experimentos científicos e missões de aplicação em andamento deverão basear-se em tecnologias e facilidades disponíveis ou em fase de aquisição ou implantação. Em contrapartida, as necessidades de longo prazo antevistas para os programas de aplicações ou científicos deverão condicionar os programas de capacitação tecnológica.

Desta forma, as missões planejadas para o futuro condicionarão os projetos de desenvolvimentos de tecnologias de satélites e cargas úteis. Essas missões e os requisitos dos satélites, por sua vez,

condicionarão as propostas de ampliação da infra-estrutura de apoio operacional e de apoio à pesquisa e desenvolvimento deverão dar-se em função das futuras necessidades dos demais programas.

### 13. CONCILIAÇÃO DOS OBJETIVOS TECNOLÓGICOS COM OS OBJETIVOS CIENTÍFICOS E OS DE APLICAÇÕES

A conciliação dos objetivos de desenvolvimento tecnológico de sistemas espaciais com os objetivos científicos e os de aplicação deverá ser um pressuposto fundamental na programação do desenvolvimento das atividades espaciais.

Há que reconhecer que, em muitos casos, o desenvolvimento tecnológico gera a possibilidade de aplicações. Por outro lado, a necessidade de solução de problemas de interesse nacional gera desafios tecnológicos. É da conjunção destes dois pontos de vista que deverão ser fixadas as metas do programa espacial.

Em geral os objetivos tecnológicos puros são estabelecidos pela extrapolação da capacidade tecnológica instalada em incrementos distribuídos ao longo do tempo, sempre visando o aperfeiçoamento das tecnologias ou a incorporação de novas. Pode-se dizer que o objetivo tecnológico último é o domínio de tecnologias, inclusive como reserva nacional, para fazer face a necessidades futuras não contempladas na programação atual.

Os objetivos científicos e os de aplicações deverão ser voltados, respectivamente, para:

- o avanço do conhecimento universal, que pode beneficiar-se de ou contribuir para o desenvolvimento das atividades espaciais, no primeiro caso; e
- a solução de problemas de âmbito nacional ou de interesse do País, no caso das aplicações.

Neste contexto, torna-se irrelevante se a tecnologia utilizada foi desenvolvida no País ou adquirida no exterior, desde que o resultado prático final seja obtido.

### 14. TECNOLOGIAS DE USO DUPLO

Expressiva parcela das tecnologias desenvolvidas para aplicações espaciais pode encontrar uso duplo.

O PNAE deverá observar as políticas de governo e a legislação vigente sobre o controle de exportação de bens de uso duplo e de serviços diretamente vinculados, procurando assegurar, quando apropriado, a coordenação de atividades da Agência, e demais órgãos federais, a respeito desses bens e serviços.

### 15. OUTRAS DIRETRIZES

No Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) deverão ser contemplados não apenas programas, projetos e atividades

de pesquisa e desenvolvimento de caráter científico, de aplicações e de capacitação tecnológica de natureza específica, mas, também, programas e atividades, de abrangência geral, pautados pelas diretrizes explicitadas a seguir:

- *promover a formação e o aprimoramento de recursos humanos altamente qualificados*, bem como a fixação e o fortalecimento, nas instituições nacionais, de equipes de pesquisa, e desenvolvimento especializadas, em todos os campos das atividades espaciais de interesse para o País;
- *promover a cooperação internacional em todos os níveis*, como forma de acelerar a aquisição de conhecimento científico e tecnológico, garantir o acesso a dados e viabilizar economicamente o desenvolvimento de sistemas espaciais de interesse para o País;
- *promover maior integração das universidades e das empresas brasileiras nas atividades espaciais, através de mecanismos diversos*, como os contratos industriais para o fornecimento de partes, equipamentos subsistemas e serviços, no bojo dos programas nacionais de desenvolvimento de sistemas espaciais, ou como o fomento à formação de núcleos especializados em tecnologia espacial nas instituições nacionais de ensino e pesquisa. Essas iniciativas permitirão ampliar a base de sustentação e os mecanismos de capacitação de recursos humanos para as atividades espaciais, bem como buscar, gradual e seletivamente, a autonomia do País em alguns setores tecnológicos considerados prioritários;
- *promover prioritariamente o desenvolvimento de sistemas espaciais*, que alie objetivos claros de capacitação tecnológica e industrial aos objetivos precípuos de natureza utilitária ou científica;
- *promover o desenvolvimento e a difusão das aplicações espaciais*, em estreita consonância com as políticas governamentais para os setores a serem diretamente beneficiados;
- *promover e incentivar a participação empresarial no financiamento de sistemas espaciais destinados à prestação de serviços em bases comerciais*;
- *incentivar iniciativas de exploração comercial, prioritariamente pelo setor privado, de serviços e produtos decorrentes ou associados às atividades espaciais*;
- *completar, manter e adequar a infra-estrutura necessária às missões espaciais de interesse nacional, incluindo-se laboratórios de desenvolvimento, integração e testes de sistemas espaciais, centros de rastreamento e controle e bases de lançamento*; e
- *promover a difusão e a efetiva utilização das informações técnico-científicas de interesse espacial, com ênfase naquelas de caráter normativo*.



## PESQUISA CIENTÍFICA *VERSUS* PESQUISA TECNOLÓGICA

**Curiosamente, com o término da política de substituições e a abertura do País às importações, alterou-se a demanda de tecnologia. Até há pouco, era suficiente aos industriais nacionais viajarem para o exterior e identificar produtos, que, por já ter demanda no primeiro mundo, certamente teriam aceitação no Brasil, ao menos para atender as classes mais privilegiadas. A pesquisa de mercado era desnecessária e também a tecnologia, se o produto fosse simples de copiar. Assim ocorreu com a indústria de eletrodomésticos e seus componentes mais simples. Quando se tratava de produtos de tecnologia mais complexa, era trazida pela empresa multinacional detentora dessa tecnologia, adquirida no exterior ou, excepcionalmente, desenvolvida no País.**

**ISAIAS RAW**

*Instituto Butantan, SP.*

Hoje essa situação se alterou fundamentalmente. Os produtos industrializados só podem encontrar mercado se produzidos com qualidade, desenho industrial e preço competitivos aos dos importados. As indústrias multinacionais reavaliaram seus custos e vantagens, passaram a fabricar os produtos no exterior, seja na matriz ou em outro país onde havia maiores vantagens, e exportá-los prontos para o Brasil, o que resultou no sucateamento de quase toda a Zona Franca de Manaus.

Os industriais nacionais que estavam adquirindo tecnologia no exterior, agora não têm mais essa possibilidade. As empresas detentoras dessa tecnologia podem optar em produzir no Brasil, se isso for economicamente conveniente, usar o Brasil para fabricar para o mundo, ou simplesmente exportar o produto acabado. Jamais venderão sua tecnologia criando um competidor.

Assim, nosso desenvolvimento tecnológico torna-se mais imperativo e é fundamental mobilizar nosso potencial humano para fazê-lo. Isso exige parceria com o capital disposto a utilizar a tecnologia desenvolvida. Esse processo tem vários gargalos que devem ser objeto de esforço do futuro Ministério de Ciência e Tecnologia.

Um deles é o capital de risco em mão de empresas nacionais e multinacionais. As primeiras raramente investem, mesmo quando existem incentivos como agora, pois não sabem o que desejam e raramente encontram interlocutor adequado na Universidade. As empresas multinacionais, a

menos que sejam mobilizadas, o fazem no exterior.

Outro problema é que temos um número extremamente pequeno de cientistas e técnicos capacitados. Somar os corpos docentes das Universidades apenas cria um dado fictício. Nas ciências básicas, assumindo que um trabalho publicado numa revista de padrão aceitável representa um pesquisador/ano, o número de pesquisadores nem de longe chega ao propalado 60 mil, reduzindo-se ao máximo de 15 mil.

Os tecnólogos não podem ser avaliados por trabalhos publicados e não sei se existem parâmetros para fazê-lo. Se imaginarmos tecnologia realmente nacional ou patentes, o número é ridiculamente pequeno. Produzir mais cientistas, que podem migrar para a empresa tomando-se tecnólogos, ou tecnólogos capazes de inovar (que podem migrar fundando suas empresas), exige cursos superiores (e secundários) bem distintos dos atuais, revisão difícil de atingir por consenso de colegiados corporativistas que dominam a tradição universitária brasileira. Todavia, sem essas inovações e sem a aceleração dos mestradados e doutorados, a Universidade que pode ser fundamental para o desenvolvimento nacional será o seu óbice.

Há na comunidade acadêmica e científica muitos que imaginam que basta formar mais pesquisadores treinados. Num *laissez-faire* equivalente ao liberalismo estreito de alguns economistas, acreditam que, formados os pesquisadores, o desenvolvimento tecnológico surgirá espon-

taneamente. Mesmo que isso fosse correto, o Brasil estaria condenado a esperar pelo menos até 2010 para solucionar parte de seus problemas tecnológicos. Por outro lado, o treinamento usual em graduação e pós-graduação raramente oferece oportunidade de selecionar e estimular o espírito criativo que, associado a capacidade de equacionar e resolver problemas concretos, levaria ao desenvolvimento tecnológico ou científico.

Apesar de diminuta, a comunidade acadêmica enfrenta problemas de recursos (o mesmo vem ocorrendo pela explosão da pesquisa no Primeiro Mundo). Os investimentos em C&T caíram desde a nova Constituição a menos de 50%. A recuperação e o aumento do investimento deverá demorar pelo menos um ano, já que o orçamento de 1995 está definido. É natural que a Comunidade de pesquisadores lute por recursos, mas é inconcebível que alguns dos mais competentes cientistas queiram recursos às expensas do de-

**“ A COMUNIDADE CIENTÍFICA BRASILEIRA, ALTAMENTE EDUCADA, TEM A OBRIGAÇÃO MAIOR DE PROCURAR SER SOCIALMENTE RESPONSÁVEL.”**

envolvimento tecnológico. Menos aceitável ainda são aqueles que tentam transvestir seus projetos básicos em tecnológicos, imaginando que desenvolver tecnologia é publicar um trabalho ou mandar um relatório a agência financiadora.

Financiar pesquisa básica, com um

orçamento limitado, obriga selecionar as melhores propostas e seus melhores cientistas. Financiar pesquisa tecnológica implica definir prioridades nacionais e factibilidades do projeto e sua utilização. É em si muito mais complexo, e requer auxílios de 100 a 1.000 vezes maiores do que os de pesquisa básica.

É importante que a comunidade científica procure entender as prioridades nacionais e o momento que o Brasil vive. Como comunidade altamente educada, ela tem a obrigação maior de procurar ser socialmente responsável. É importante aceitar que seu projeto pessoal, ainda que aceitável, possa ser preterido por outro mais prioritário. A comunidade não pode opor-se ao investimento em desenvolvimento tecnológico, que só tardiamente chega a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), ou imaginar que o papel da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) é apenas manter laboratórios universitários.

**Kit Ciência Hoje Hipertexto** • dois disquetes de 3,5" mais porta-disquetes, com os oito números iniciais da primeira revista brasileira de divulgação científica em formato eletrônico. São cerca de 160 telas gráficas. **R\$ 15,00** **Kit Ciência Hoje das Crianças 1** • revista impressa número 39 mais disquete, com artigos sobre mamíferos extintos e cometas, filme sobre a Terra, montagem de um regador 'inteligente', piano eletrônico para você tocar e um sensacional jogo de batalha naval. **R\$ 13,00** **Kit Ciência Hoje das Crianças 2** • revista impressa número 40 mais disquete, com artigos sobre Tratado de Tordesilhas e sambaquis, três filmes sobre computação gráfica, a origem das notas musicais e um interessante jogo das cobrinhas para você testar sua habilidade. **R\$ 13,00** **Kit Ciência Hoje das Crianças 3** • revista impressa número 41 mais disquete, com artigos sobre eclipses solares e eleições deste ano no Brasil, filme sobre eclipse, conceito de grave e agudo em música, experiência 'faça seu eclipse em casa' e um original jogo da força. **R\$ 13,00** **Kit Ciência Hoje das Crianças 4** • revista impressa número 42 mais disquete, com artigos sobre o homem na Lua, borboletas urbanas e pastos do mar, 7 filmes fantásticos sobre a chegada do homem na Lua, experiência 'a agulha que bóia' e um desafiador jogo de labirinto. **R\$ 13,00**

Na escolha de dois ou mais itens, **GANHE** o kit **Ciência Hoje Hipertexto 2**, com os números 9 e 10 da revista eletrônica.

**LANÇAMENTO** **Ciência Hoje das Crianças HISTÓRIAS** • seleção de contos publicados pela revista *Ciência Hoje das Crianças*, com ilustrações e animações. **R\$ 15,00**

Envie hoje mesmo cheque nominal à *Ciência Hoje* - Av. Venceslau Brás, 71, casa 27 - Urca - Rio de Janeiro - RJ - CEP 22229-140, com seu nome, seu endereço e seu pedido. E receba na sua casa, em correspondência registrada, seus kits.

- Kit Ciência Hoje Hipertexto  Kit Ciência Hoje das Crianças 1  Kit Ciência Hoje das Crianças 2  
 Kit Ciência Hoje das Crianças 3  Kit Ciência Hoje das Crianças 4  Ciência Hoje das Crianças Histórias

NOME

ENDEREÇO

BAIRRO

CIDADE

ESTADO

CEP

TEL



## Quando a ficção vira realidade

*Encontro com abelhas mostra que a fúria cinematográfica dói de verdade*

Como fã incondicional de cinema, capaz de ver e de apreciar qualquer filme, sempre me divertiram enormemente alguns que, nos anos 70, chegaram às telas, mostrando ataques maciços e também muito complicados das chamadas abelhas africanizadas ou assassinas. Na melhor tradição do cinema fantástico norte-americano e japonês dos anos 50, cuja maior expressão foi o pequeno personagem torpe que, metido



num traje de tule verde, pretende fazer-se passar por um terrífico monstro chamado Godzilla, as abelhas desses filmes atacam cidades, levando-as ao absoluto caos cinematográfico.

Digo que me divertia, porque a fantasia dos cineastas, ao construir situações inverossímeis, acabava tirando toda a credibilidade de seus filmes, caracterizados, entre outras coisas, pelos títulos sensacionalistas, como *Abelhas assassinas*, *Terror no céu*, *As abelhas selvagens*. Ignorava então que, vendo hoje tais filmes, eu os encararia com muito mais respeito. Respeito que surgiu de um encontro muito desagradável e quase trágico com esses insetos e que ainda foi mais surpreendente por ter ocorrido num de nossos habituais locais de trabalho, e que eu havia visitado sem maiores problemas em muitas ocasiões durante cinco anos.

De fato, o manguezal, essa intrigante espécie de bosque que rodeia grande parte das costas tropicais, lugar onde o mar e a terra se encontram, não está catalogado em nossa mente como local propício ao encon-

tro de um retumbante enxame de abelhas com as piores intenções. Eu me atreveria a dizer que a aparição, nessas tórridas costas caribenhas, de um urso polar ou de um pingüim, ou mesmo de um fabuloso unicórnio, não nos teria surpreendido tanto. Por alguma razão, difícil de explicar, eu percebia uma incompatibilidade atávica entre abelhas e o ambiente corrosivo, árido e salitroso das costas caribenhas. Logo constataríamos a monstruosa dimensão do nosso equívoco.

Durante uns 15 anos, estudei os aspectos ecológicos dos caranguejos de manguezais. Essa atividade me fez ser muito cuidadoso com os diferentes habitantes dos bosques de manguezais, desde simples urtigas até as temíveis cobras venenosas, sem esquecer os sáurios tropicais, com os quais também tivemos alguns encontros inquietantes. Porém naquele dia de trabalho de campo, em outubro de 1992, apesar de todas as precauções, eu e meus dois colegas, Julio Reyes e Clara Alarcón, teríamos uma surpresa e veríamos nossa vida ameaçada.

Naquela manhã quente e ensolarada,

com lufadas de brisa marinha, embarcamos em nosso bote de borracha na embocadura do rio Ricoa, estado de Falcón, na Venezuela ocidental. Preparados para remar rio acima e coletar folhas e exemplares do caranguejo arborícola *Aratus pisonii*, carregamos nosso bote com o equipamento de costume.

Um dia de trabalho de campo no rio Ricoa era parte da nossa rotina mensal havia vários anos. Apesar

de sua exuberante vegetação numa costa tipicamente semi-árida, esse rio não era nosso lugar favorito de coleta. O acesso a ele, por estradas de terra que se tornam armadilhas na época das chuvas, pode ser muito difícil, e em certas ocasiões permanecemos atolados na lama durante horas. Além disso, a permanente observação de alguma ariranha levava sempre alguma intranqüilidade a nosso trabalho de pesquisa naquele lugar.

Depois de remar uns 15 minutos, chegamos a um exuberante exemplar de mague vermelho (*Rhizophora mangle*). Como marinheiros não muito destros, acabamos nos chocando com a árvore e fazendo-a vibrar levemente. No mesmo instante avistamos uma colméia, muito perto de nós, e uma nuvem de insetos que davam crescentes e intranqüilizadores sinais de atividade. Numa fração de segundos, pensei que se nos afastássemos da colméia os insetos se retirariam para seu refúgio. Enquanto observava diante de mim umas rápidas flechas negras, vi de relance que Julio saltava do bote para a água, e nos mandava

fazer o mesmo. Clara o acompanhou imediatamente. Eu permaneci no bote.

Nesses rápidos instantes em que ocorrem acontecimentos fora do comum, o pensamento parece seguir um ritmo vertiginoso. Na minha mente se cruzaram rapidamente os perigos que poderíamos enfrentar ao afundar no rio. Num breve lapso de tempo, pude fazer o balanço entre os prós e os contras. Recordava-me especialmente das cobras e do grande sáurio (provavelmente um *Crocodylus acutus*) que em certa ocasião havia saltado muito perto de nós, com grande ruído e espalhação de água. Avaliando tudo isso em poucos segundos, decidi que era mais seguro não mergulhar. Mas foi uma dessas decisões que duram pouco: quando senti as primeiras e lancinantes ferroadas, convenci-me de que a segurança estava nas agora acolhedoras águas do Ricoa, nas quais me projetei.

Já na água, minha primeira preocupação foi muito urbana: não perder os óculos e o estojo com os últimos vínculos com a agora remota civilização: a carteira de identidade e a de motorista, cartões de crédito e dinheiro. As picadas incessantes me trouxeram à realidade mais premente. Aos poucos, e com grande esforço, consegui chegar à margem do rio, onde Clara e Julio tentavam abrigar-se sem muito êxito. Nesse pequeno intervalo, o enxame de abelhas se movimentava sobre nós e pressagiava problemas.

Enquanto estava na água e meu pescoço, a cabeça e os braços eram alvo atraente para dezenas de abelhas, vinham-me à lembrança as manchetes sensacionalistas: camponês morto por abelhas africanizadas, abelhas assassinas interrompem o desfile do Dia da Pátria, e muitos outros que tinham em comum a morte repentina ou ferimentos graves. A esses pensamentos, misturavam-se os perigos do rio, jacarés, cobras e talvez até – já exagerando – piranhas. Pensava também que devíamos procurar com urgência um hospital (se as abelhas parassem seu ataque, é claro). Recordava casos de pessoas alérgicas, que

sofreram fulminantes e fatais crises cardíacas ou choques anafiláticos, e asfixia, quando picadas na garganta. Nunca imaginara, depois de anos de trabalho de campo, que um dia poderia estar em perigo por causa de laboriosas e virtuosas abelhas. No fundo, havia algo de injusto e contraditório, mas não sabia exatamente o quê.

Também me inquietava por meus companheiros. Para Julio não havia maiores problemas: ele faz parte de um grupo de defesa civil e está treinado para enfrentar situações extraordinárias. Assim, liderava nossas tentativas de escapar às abelhas, e coordenava o ritmo com que submergíamos e voltávamos à tona para respirar. Por várias vezes, apanhou lodo no fundo do rio para proteger minha cabeça das ferroadas: por alguma razão desconhecida, era eu quem estava atraindo mais ataques. Clara, a poucos metros, me preocupava. Tinha a impressão de que poderia desmaiar e que era a mais fraca de nós, por isso tratei de ficar perto dela. Talvez fosse apenas um desses reflexos atávicos dos machos, que em situações de perigo procuram proteger as fêmeas de sua tribo.

Passados alguns minutos, sugeri a Julio que tentasse se aproximar do bote por baixo d'água. Este, parado muito perto da colméia e a uns 10 m de nós, era nossa chance de fuga. Mas foi inútil: à medida que Julio nadava, aumentava o frenesi das abelhas e quando ele subia para respirar era picado impietosamente. Afinal, teve de voltar para onde estávamos. Súbito, como num clichê cinematográfico, as abelhas cessaram seus ataques. Fez-se um silêncio muito pesado, que nos tranqüilizou um pouco, permitindo recuperar nossas forças. Mas essa paz durou tanto quanto um cessar-fogo na ex-Iugoslávia. Julio gritou: "Aí vêm elas de novo!" uma segunda nuvem de abelhas se lançou sobre nós.

O que se passou então foi um acordo tácito: tínhamos que sair dali o mais depressa possível. Não havia outra alternativa. Aos poucos, acompanhando a margem do rio, fomos nos afastando. Clara insistia para que saíssemos da água, temerosa das

cobras e dos sáurios. Eu recusava, diante da desagradável possibilidade de atrair novamente as abelhas. Finalmente, constatamos que já não havia abelhas em volta e saímos do rio. Precisávamos ainda caminhar um bom pedaço até onde estava o nosso carro. Havíamos perdido sapatos e sandálias, e o regresso não foi fácil, pois o terreno era coberto de espinhos e pedras cortantes.

Quando chegamos à boca do rio Ricoa, uma equipe de pesquisadores estava fazendo algumas medições no mangue. Um deles, Antonio Quilice, dirigiu nosso veículo até o centro médico Cimentos Caribe, em Puerto Cumarebo, a uns 25 minutos. Chegamos conscientes, embora com reações distintas diante dos maus momentos que havíamos passado. Eu sentia dormências e enjoos, a cara inchada, mas estava tranqüilo, uma vez que já recebia socorro médico. Clara chorava, e vomitou ao chegar ao centro. Julio, tomado pela adrenalina, movia-se sem parar, dando ordens e pedindo providências cujo objetivo só ele entendia. Imediatamente nos injetaram anti-histamínicos e nos deram analgésicos.

A enfermeira começou a tirar-me os ferrões, colocando-os ordenadamente sobre um pano branco. Isso levou uns 15 minutos. Quando chegou a cerca de 40 ferrões, convenceu-se de que seu trabalho era inútil. Nos dias subseqüentes, meu passatempo favorito foi extrair os ferrões restantes, principalmente da cabeça, pescoço, do rosto e dos braços. Calculo que levei mais de 140 ferroadas. Clara e Julio receberam cerca de 100 e de 60, respectivamente. Na mesma noite, tomado ainda por uma endemoniada hiperatividade, Julio foi ao rio e, com cuidado, resgatou o bote com nossos equipamentos. Durante vários dias, nós três sentimos a letargia causada pela combinação do veneno das abelhas, dos medicamentos e de um intenso desgaste emocional.

Logo começaram as investigações e as perguntas. Como é normal nesses casos, um dos primeiros comentários foi que havíamos tido muita sorte. Por um lado,

por termos submergido no rio, que mal ou bem nos proporcionou refúgio. Por outro lado, embora pareça um contrasenso, foi positivo o fato de que as abelhas fossem africanizadas, pois essas espécies têm menos veneno. Outro motivo de alívio foi não termos levado nosso ajudante habitual, o operário Omegar Céspedes: ele não sabia nadar.

Nunca saberemos o que originou o ataque das abelhas. Pode ter sido nosso esbarão na árvore, mas as versões são contraditórias: Clara diz que isso nunca aconteceu. Talvez elas se sentissem ameaçadas com o rumor da nossa conversa, com os cheiros ou as cores de nossas roupas. Alguns desses fatores podem provocar a agressividade das abelhas. Cores escuras, por exemplo, podem levá-las a confundir uma pessoa com os grandes mamíferos que depredam as colméias; por isso, o uso de cores claras é recomendado em lugares onde esses insetos são abundantes. Ruídos e cheiros inusitados também podem desencadear um ataque. Existem pessoas que, de modo repetido e por motivos desconhecidos, parecem atrair o mau-humor das abelhas e constantemente recebem picadas.

Um ataque como o que sofremos, sem dúvida, deixa seqüelas psicológicas. Hoje, passados quase dois anos, a visão de uma abelha me produz um sentimento de inquietude crescente. Nos espaços abertos, às vezes me descubro vigiando o céu com apreensão. Nunca mais voltamos ao rio Ricoa. Ainda não me sinto seguro quando trabalho em manguezais. E também decidi nunca mais zombar do pobre homem que, metido em seu traje de Godzilla, oscila ameaçadoramente, enquanto destrói edifícios de papelão.

Produziram-se conseqüências também em outros planos. No plano intelectual, uma sistemática busca de informação sobre as abelhas: entre as minhas leituras habituais hoje incluo vários periódicos especializados nesses insetos. Fui organizando um pequeno arquivo de casos de ataques de abelhas.

Procuo entender essas criaturas para sentir-me seguro e saber o que posso esperar delas. Também refleti sobre a natureza. Costuma-se dizer que ela é milenar, perfeita, sábia, e outras loucuras positivistas. Provavelmente isso é verdade, porém eu acrescentaria que ela é claramente injusta. Em nosso caso, de pesquisadores pouco precavidos, íamos em missão de paz. Nosso interesse era apenas conhecer um pouco mais sobre uns simples crustáceos, cuja



única possibilidade de imortalidade é aparecer em alguns trabalhos acadêmicos. Mas esse era o nosso ponto de vista: para as abelhas significávamos uma ameaça à sobrevivência da colméia.

As abelhas que nos atacaram seriam africanizadas? Provavelmente sim. Alguns padrões de comportamento do enxame coincidiram com as descrições encontradas na literatura, diferenciando-as das doces cepas européias. Por outro lado, as abelhas africanas são conhecidas pela defesa feroz da sua colméia, não tolerando estranhos a menos de 10m dela, ao contrário das européias, que permitem uma aproximação maior. Além de reagir mais

rapidamente, as abelhas africanizadas tornam-se muito agressivas com qualquer movimento, mesmo ligeiro, da colméia e perseguem seus agressores num raio de 1 km.

Como começou toda essa história de abelhas africanizadas? Em 1956, 46 abelhas-rainhas da região de Petrória, na África do Sul, e uma de Tabora, na Tanzânia, foram levadas para Rio Claro, Brasil. Existem cerca de 11 raças africanas da abelha melífera e parece que a introduzida na América do Sul foi a *Apis mellifera scutellata*, que habita as savanas da África oriental e meridional. Essa pequena abelha é muito produtiva, porém muito agressiva. Imaginava-se que, bem adaptada aos trópicos, ela seria superior às cepas européias de *Apis mellifera*. As abelhas importadas eram mantidas em colônias, cujas entradas tinham portas especiais para evitar que escapassem. Um ano depois, contudo, 26 exemplares conseguiram iludir as medidas de segurança e partiram para uma invasão acelerada de novos territórios.

Numa expansão biogeográfica considerada uma das mais espetaculares deste século, a cepa africana se misturou com a européia, ou a expulsou em alguns casos, até chegar, hoje, ao sul dos Estados Unidos, onde se verificaram casos de ataques fatais.

Não se tem certeza quanto ao número de picadas necessárias para causar a morte. Se a pessoa é alérgica, uma única ferroadada pode provocar um choque anafilático de conseqüências mortais. Em pessoas não-alérgicas, produz-se uma reação tóxica. Se o indivíduo é saudável, pode tolerar várias centenas de picadas sem risco de vida. Alguns autores assinalam o limite em 200 picadas, outros chegam a 500. Houve um caso em que se contaram 2.200 ferrões numa mesma pessoa. O mais provável é que não exista um número seguro, e que os efeitos dependam de uma combinação de fatores.

Eu disse no início que sempre pensei que havia uma incompatibilidade entre abelhas e manguezais, mas estava enganado. Essa associação é conhecida e foi aproveitada pelo homem durante muito

## Abelhas Africanizadas nos anos 90

*A história mostra que a população aprendeu a conviver com essas abelhas*

tempo. Em vários lugares do Caribe, como Flórida, República Dominicana e Cuba, e do Suriname, há importantes indústrias apícolas baseadas em manguezais. Em Cuba, por exemplo, chega-se a produzir 1.000 toneladas anuais de mel. E nos meses de abril, maio e junho, quando a produção decai, transportam-se para os manguezais em flor cerca de 40 mil colméias — mais da quarta parte do total nacional — para que aproveitem o pólen do mangue negro, *Avicennia germinans*. Mais ainda: o mel assim produzido era considerado no início do século como dos mais deliciosos.

Acomodados em suas casas ou escritórios e mergulhados numa pós-modernidade agitada, os leitores podem ter uma enganosa sensação de segurança e ficar indiferentes à nossa experiência. Erro crasso, de proporções brasileiras. Em janeiro de 94, numa estação suburbana do metrô do Rio de Janeiro, um grupo de pessoas foi atacado por um enxame de umas 50 mil abelhas. Uma das pessoas atacadas faleceu por choque anafilático. Outras 60 foram feridas. Essa não foi exatamente uma situação excepcional: nos últimos três meses de 1993, a companhia consultora de produtos apícolas Rio Apis recebeu 25 chamadas de emergência determinadas por abelhas na área metropolitana do Rio de Janeiro.

Ao concluir esse artigo, vejo na televisão a notícia de um ataque de abelhas em Maracaibo, a segunda cidade da Venezuela. Mais uma vez, um saldo trágico: um morto e cinco feridos. Casos que mostram que não se precisa entrar na selva para ser alvo de um ataque de abelhas. Portanto, se você, leitor, ouvir um zumbido, esqueça seu verniz de civilização, e corra, como se estivesse perseguido por demônios: é provável que se trate de um enxame de abelhas procurando desafogar seus instintos assassinos.

### Jesús Eloy Conde

*Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Pesquisas Científicas (Caracas).*



**Abelha africanizada.**

Desde a Antiguidade, o homem mantém com as abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) uma relação pacífica de benefício mútuo. Ao mesmo tempo que fornece ao homem uma série de produtos, principalmente mel e cera, essa espécie de Hymenoptera social (grupo de insetos que também inclui as vespas e as formigas) recebe dele toda a atenção e as condições para sua sobrevivência. Assim, muito da distribuição geográfica atual dessa espécie e das suas próprias características biológicas está relacionado à relação com o homem.

Originalmente, *Apis mellifera* possuía uma distribuição geográfica restrita à África e Europa ocidental. Essa ampla distribuição, associada obviamente à diversidade das condições ambientais (variações no clima, diferentes espécies de predadores, competidores e plantas), gerou uma grande variabilidade entre as populações da espécie, produzindo diversas subespécies ou raças geográficas.

Ao longo da história dos estudos biológicos nessas abelhas, já foram reconhecidas mais de 600 raças diferentes, embora hoje sejam aceitas cerca de 24

raças ou subespécies formais. Essas raças diferem consideravelmente entre si em termos de morfologia geral do corpo, caracteres comportamentais ecológicos (notadamente o comportamento defensivo), tamanho e locais de escolha para os ninhos e padrões genéticos nos sistemas de isoenzimas e no ADN, entre outras. Algumas, principalmente as da Europa continental, facilmente manejadas pelo homem e mantidas em apiários, tiveram suas distribuições geográficas rapidamente ampliadas à medida que os colonizadores europeus ocupavam outras regiões do planeta.

No Brasil, existem discussões sobre a introdução de *Apis mellifera*, mas tudo leva a crer que as primeiras abelhas melíferas foram trazidas de Portugal pelo padre Antônio Carneiro, no século XIX. Mais tarde, novos apiários foram sendo instalados principalmente no Sul e Sudeste do país, fruto das colonizações alemãs e italianas.

É importante notar que as raças trazidas para o Brasil até então provinham da Europa. De um modo geral, são raças pouco adaptadas às condições ambientais da nossa região, porque possuem es-



estratégias de sobrevivência diferentes das raças tropicais da África, por exemplo. Talvez por isso suas populações tenham ficado em grande parte restritas aos apiários e nunca formaram uma população natural expressiva.

No final da década de 50, houve um interesse dos apicultores em melhorar a produção. Para isso seria necessário introduzir uma nova 'linhagem' ou 'variedade' de abelha melífera melhor adaptada às condições locais. Em vista disso, o Dr. Warwick Estevan Kerr, na época já reconhecido internacionalmente por seus trabalhos em genética de himenópteros, trouxe da África rainhas de uma outra raça de abelhas melíferas (denominada atualmente *Apis mellifera scutellata*), esperando obter híbridos entre essa e as raças européias que já existiam aqui. O objetivo principal desses cruzamentos era resolver o problema que ainda hoje gera discussões na comunidade científica, entre os apicultores e na 'mídia' de uma forma geral: o problema da maior agressividade ou, melhor dizendo, da defensividade, das abelhas africanas.

As abelhas africanas introduzidas no Brasil, embora mais produtivas e mais resistentes ao clima e às doenças, possuíam uma séria desvantagem: apresentavam um comportamento de defesa muito mais desenvolvido do que as européias, tornando-se difícil, a princípio, manejá-las. Ao menor sinal de perturbação do ninho, elas

rapidamente respondiam com um ataque ao invasor muito mais intenso, não só no número de ferroadas, mas também no tempo de defesa e no alcance a esse invasor. Assim, os cruzamentos se destinavam a combinar a produtividade da abelha africana com a mansidão das raças européias. Entretanto, antes que esses cruzamentos fossem realizados e uma nova linhagem obtida, um acidente em 1957 permitiu que 26 rainhas e cerca de 200 zangões escapassem da quarentena, na região de Rio Cla-

ro, interior do Estado de São Paulo.

O que se seguiu tem sido descrito de diversas formas na literatura especializada e pela imprensa, e de fato apresenta tanto aspectos positivos quanto negativos. As abelhas africanas passaram rapidamente a expandir sua população, tanto em número quanto em distribuição geográfica, formando 'ondas' de colonização que hoje, passados quase 40 anos, já atingiram o sul dos Estados Unidos (figura 1). Durante esse processo de expansão, elas passaram por diversos processos evolutivos, que incluem a hibridação com as populações de abelhas européias pré-existentes e provavelmente um processo de seleção natural que atuou sobre a frente de colonização, capacitando cada vez mais as populações a migrar e a resistir aos novos ambientes.

Essas populações passaram a ser chamadas de "abelhas africanizadas", por



**Figura 1. Difusão das abelhas africanizadas pela América a partir de Rio Claro, SP, Brasil em 1957 (Scientific American, 269(6):52-58, 1993).**

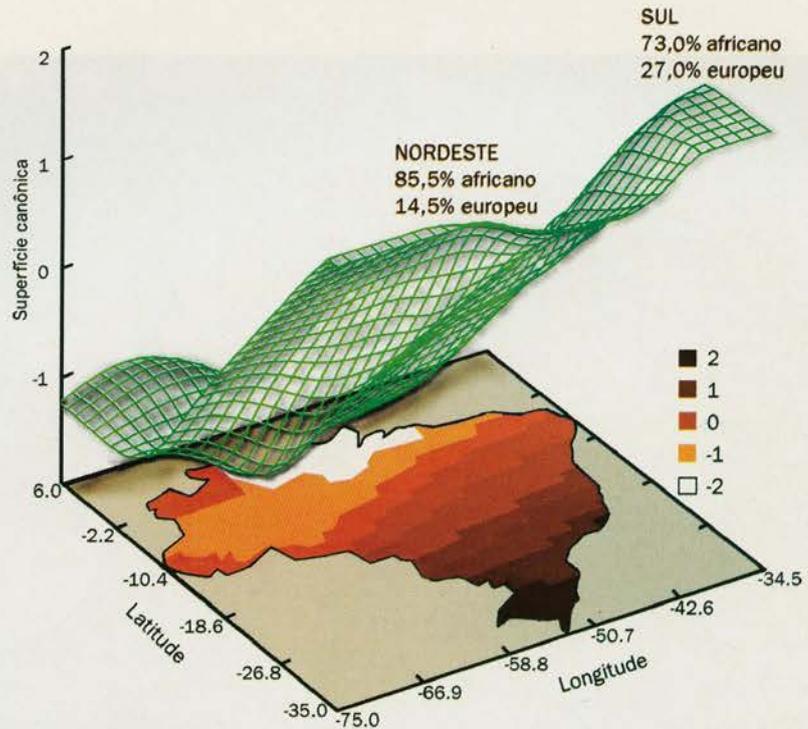
serem muito provavelmente híbridos entre as raças européias e africanas, embora de uma maneira geral muito mais semelhantes à linhagem africana. Formaram imensas populações naturais, que incentivaram a atividade apícola, pois a partir de então passou a ser fácil capturar enxames na natureza e iniciar uma atividade comercial.

Entretanto, a maior defensividade persistiu, gerando uma série de problemas na atividade apícola e alguns acidentes às vezes fatais. Muitos apicultores abandonaram sua atividade, pois tornou-se impossível manter as abelhas sob controle em regiões próximas às cidades. A produção de mel caiu rapidamente nessas regiões e conseqüentemente no Brasil como um todo. Só algum tempo depois foi possível mudar de 'estratégia' para recuperar a produção.

As abelhas africanizadas em expansão parecem ter-se limitado à cerca de 35° de latitude Sul, em função do inverno mais rigoroso nessas regiões, formando assim uma zona de transição com as abelhas européias, que ocupam as regiões mais ao Sul do continente sul-americano. A latitude dessa zona de transição, recentemente descrita em detalhes por pesquisadores americanos e argentinos com base em estudos de ADN mitocondrial, isoenzimas e morfologia, oscila conforme a época do ano, chegando mais ao Sul no verão e sendo 'empurrada' de volta para o Norte pelo inverno.

Entretanto, alguns estudos no Brasil têm demonstrado que as abelhas africanizadas não são homogêneas, havendo diferenças entre as populações das diferentes regiões geográficas, de acordo com o nível da mistura racial entre as africanas e as européias originais. Essas diferenças não são, obviamente, tão marcadas quanto as existentes entre abelhas africanas e européias, mas podem ser muito importantes para revelar os processos evolutivos pelos quais passaram as populações de abelhas africanizadas em expansão.

Os estudos com sistemas de isoenzimas foram realizados principalmente pelos



**Figura 2.** Variação espacial nos caracteres morfológicos de abelhas africanizadas analisada através de uma superfície canônica de tendências. Valores mais elevados da superfície (cores mais escuras no mapa) as abelhas são maiores em função de um maior componente genético europeu, que vai diminuindo à medida que avança-se para o Norte do país. As proporções de mistura racial no Sul e no Nordeste do Brasil são baseadas em dados de isoenzimas.

grupos de pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade de São Paulo (USP), em Ribeirão Preto. Foram analisadas algumas localidades do Brasil e Uruguai, e os resultados indicaram que no Sul e Sudeste do Brasil as abelhas africanizadas possuem um componente genético europeu maior (cerca de 27,0%, associado a 73,0% de componente africano) do que no Nordeste (14,5% de componente europeu associado a 85,5% de componente africano). Todas as populações analisadas no Brasil são, de fato, muito semelhantes às abelhas africanas originais (justificando o termo 'africanizadas'); o componente europeu ligeiramente superior no Sul e Sudeste seria um resquício das abelhas que existiam na região antes das africanizadas.

Nosso próprio trabalho estatístico envolveu um estudo detalhado das populações de abelhas africanizadas em todo o Brasil, baseado na morfometria das asas. O padrão espacial detectado anteriormente foi confirmado, e foi possível mapear o

'grau de africanização' das populações de *Apis mellifera* do Brasil' (figura 2). Nesse mapa, obtido através de uma técnica denominada Análise Canônica de Superfícies de Tendência, as áreas mais escuras indicam abelhas africanizadas maiores, com um componente europeu ligeiramente mais expressivo (exatamente no Sul e Sudeste do Brasil). Esse componente vai diminuindo gradualmente em direção ao Norte, enquanto as abelhas se tornam cada vez mais similares às africanas originais. Outros procedimentos analíticos complexos, envolvendo técnicas de estatística espacial associadas ao conhecimento teórico da genética de populações, sugerem que esse gradiente Sul-Norte é produto de um processo de difusão demica, ou seja, de um evento de colonização no qual ocorrem mudanças genéticas na frente de expansão.

Essas mudanças devem ter atuado principalmente sobre as características associadas ao *pool* gênico africano, que implicam maior taxa de reprodução, maior



distância de migração a cada geração e maior capacidade de resistir aos predadores naturais (e humanos), ou seja, características ecológicas e demográficas. Isso permite o avanço da frente e o sucesso na colonização de novos ambientes. Esse processo, por sua vez, gera um 'desequilíbrio' na estrutura genética, em função das grandes diferenças entre as raças envolvidas na fusão, e faz com que todas as características biológicas passem a 'acompanhar' especialmente os caracteres ecológicos e demográficos que foram selecionados. Assim, as populações na frente de expansão tendem a ser mais parecidas com as linhagens africanas do que as populações que as originaram.

Após o acidente em 1957, os grupos de pesquisadores passaram a estudar de forma detalhada as abelhas africanizadas, as europeias e os híbridos que poderiam se formar, em laboratório e na natureza. Além de todo um conhecimento teórico sobre biologia geral, genética, comportamento e ecologia adquirido sobre essas

abelhas (aspecto que por si já seria importante em um país deficiente em termos de pesquisa biológica, principalmente no início dos anos 60), muitos cientistas voltaram seus esforços para desenvolver novas técnicas de manejo apícola, mais adequadas às abelhas africanizadas. Esse passo foi extremamente importante, pois permitiu aos apicultores voltar à sua atividade e, algum tempo mais tarde, incentivou de forma expressiva a apicultura no país. Todas essas técnicas foram, inclusive, exportadas para países da América Central e do Norte, que também tiveram sua atividade apícola colapsada após a chegada da onda de colonização das abelhas africanizadas, já nos anos 80.

Nos Estados Unidos, a preocupação com as abelhas africanas começou ainda na década de 70, quando cientistas e apicultores perceberam que a onda de expansão provavelmente chegaria ao seu país. Diversos estudos foram feitos por grupos de pesquisadores norte-americanos no Brasil, na Venezuela e na América Central. A mídia rapidamente apelidou as

populações de abelhas melíferas em expansão como *Killer bees* (abelhas assassinas) e estimulou uma série de programas para controle dessas populações. Instalaram-se barreiras de armadilhas no sul do México para exterminar os enxames e alguns milhões de dólares foram investidos na apicultura mexicana com abelhas europeias para formar uma nova barreira biológica.

Apesar dos esforços, a 'onda' atingiu a fronteira dos Estados Unidos com o México em outubro de 1990. No ano seguinte, grande parte do Texas ficou em estado de alerta em função da presença das abelhas africanizadas, que agora avançam em direção à Califórnia. Os apicultores americanos, por sua vez, parecem já ter percebido que a melhor solução para o problema não é eliminá-las, mas sim adaptar-se a elas, como fizeram os brasileiros já há algum tempo. Há notícias de que apicultores da Flórida estão interessados na introdução de abelhas africanizadas na região para tentar controlar certas doenças apícolas, especialmente a varroatose (causada pelo ácaro *Varroa jacobsoni*, ao qual as abelhas africanizadas são praticamente imunes).

#### **José Alexandre Felizola Diniz Filho**

*Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal de Goiás.*

#### **Osmar Malaspina**

*Instituto de Biociências,  
Universidade Estadual Paulista.*

# A música dos índios Yekuana

*Flautas e tambores davam boas-vindas a um visitante*

Toda cultura tem formas particulares de receber os visitantes. Entre os índios Yekuana, a saudação era sempre acompanhada de uma mensagem musical que anunciava a chegada de alguém a seu território. A música, usada ainda em outros cerimoniais e comemorações, era executada com instrumentos de sopro e percussão, principalmente a flauta e o tambor.

Os Yekuana são um grupo indígena de língua Caribe, situados na fronteira do Brasil com a Venezuela. Do lado brasileiro, eles ocupam as margens do rio Auaris, no Estado de Roraima, e, recentemente, estabeleceram-se na localidade de Waika, às margens do rio Uraricoera.

Convivi com os Yekuana do rio Auaris de 1967 a 1973, e na área só existiam duas aldeias. Uma delas fora recém-construída por um grupo que, por força do desequilíbrio ocorrido entre o número de homens e mulheres, migrara da Venezuela. A aldeia mais antiga, e, portanto, melhor estruturada, estava situada à margem direita do rio e tinha a forma de uma *aãtã* – uma grande maloca circular. Essa habitação era constituída de 12 divisões e um salão central. As divisões acomodavam os grupos familiares e o salão central servia de refeitório para os solteiros e para cerimoniais. Dentre estes chamavam atenção os rituais de saudação-recepção em que eram usados instrumentos musicais.

O principal instrumento utilizado era uma flauta chamada *cawadi ye'ja*, feita do

## COMUNIDADES YEKUANAS



**Figura 1. Distribuição dos índios Yekuana ao longo da fronteira Brasil-Venezuela.** Fonte: Adaptado do mapa de Curt Nimuendajú, 1944.



**Figura 2. Flauta de osso de veado usada nos rituais de saudação-recepção dos índios Yekuana.**

osso do fêmur direito de veado. Ela possui dois ou três furos laterais, por onde saem sons que podem alcançar longas distâncias, e seu defletor, recurso que desvia o ar para produzir o som, é feito com cera de abelha silvestre. O defletor tem cerca de 2cm de comprimento e três pequenos orifícios no diâmetro superior, que produzem um som agudo. Como pode ser ouvida de muito longe era a única usada, antigamente, para anunciar a chegada de visitantes na aldeia. Hoje, sua utilização está restrita a pequenas festividades.

Os Yekuana usam ainda, em diferentes ocasiões, outros tipos de flautas. Uma delas é a *fichu*, feita de uma espécie de bambu só encontrado na região pelo lado venezuelano. Essa flauta, tem diâmetro médio de 2,5 a 3cm e cerca de 40 cm de comprimento, podendo ter até cinco orifícios laterais. O defletor é feito também com cera de abelha silvestre e tem como suporte uma haste de forma losangular, que facilita o sopro. Seu som é agudo, mas de pouca intensidade, sendo usada para mensagens de curta distância ou nas cerimônias festivas de batismo indígena de crianças, nas colheitas ou nas construções de uma maloca. Esse instrumento é descrito por Theodor Koch-Grünberg, em *Del Roraima al Orinoco* (edição espanhola, Tomo III, pp. 334-335).

A flauta *se'sedi*, feita com uma outra

espécie de bambu, também encontrado no lado venezuelano, tem diâmetro aproximado de 7 a 9 cm, o comprimento varia de 60 a 70 cm e os orifícios estão localizados na parte inferior. Não possui defletor de cera de abelha, sendo considerada a mais difícil de se tocar. Seu som é grave e forte, mas não melodioso. Em tempos passados era utilizada para anunciar à aldeia o anoitecer ou o início da manhã. Atualmente é usada nas cerimônias de batismo, de preparo da roça, de colheita ou na volta de uma caçada de longa duração.

Tem-se ainda a flauta *wana* ou *teque'ya*, cuja estrutura externa é similar à da *se'sedi*. Entretanto, na parte interna ela possui

uma peça feita de canarana – planta aquática da família das gramíneas – que faz o papel de um vibrador sonoro. Essa flauta é utilizada nos mesmos rituais em que é usada a *se'sedi*.

Na antiga tradição Yekuana do cerimonial de saudação-recepção, um visitante deveria tocar uma melodia na flauta *cawadi ye'ja* muito antes de avistar a aldeia. Essa melodia ia sendo mudada sucessivamente à medida em que ele se aproximava, até chegar ao salão central da maloca. Ao entrar ali, uma outra melodia deveria ser tocada, com o visitante olhan-



Figura 3. Cerimônia com o uso da flauta *wana*, em Auaris, Roraima, 1984.

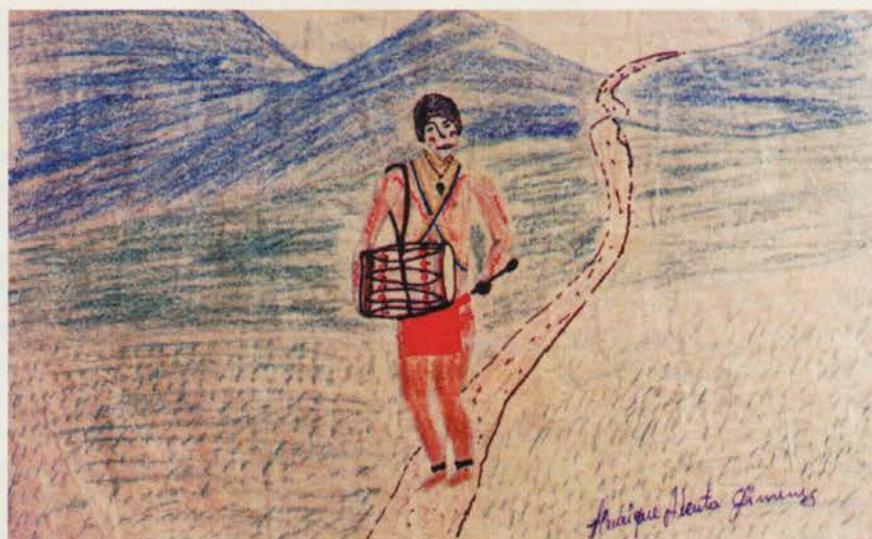


Figura 4. Desenho de Henrique Aleuta Gimenez ou Tamäawi — índio Yekuana da região de Auaris – que mostra o toque do *sammu'a*. 1985.

do sempre para o lugar onde iria pendurar sua rede. Ele parava de tocar quando era servida a refeição – obrigatória se a pessoa chegava à aldeia no período da tarde – para, logo após, se acomodar em seu local de dormir ou iniciar algum tipo de troca de notícias.

A mensagem do visitante era retribuída por um flautista da aldeia e a melodia só era interrompida pelo rufar do tambor (*sammu'a*) e pelos gritos dos que recebiam o visitante, comunicando a sua chegada. Segundo a lenda, o tambor tem sua origem em um antigo contato dos Yekuana com

os *Kat'isikapai* (Jauaperi). Os homens Yekuana, por tradição, antes de usar o tambor, deveriam batizá-lo e tocá-lo de modo cadenciado ao anoitecer e ao alvorecer, para afugentar os maus espíritos. Era também usado em outros cerimoniais, como batismos ou colheitas. A crença, mantida até hoje, determina que o pai de um recém-nascido só pode tocá-lo depois de a criança completar uma lua, isto é, aproximadamente um mês.

Depois da primeira etapa do cerimonial de saudação-recepção, em que visitantes e visitados trocavam sons entre si durante algum tempo, seguiam-se cumprimentos com apertos de mão e abraços e as primeiras notícias eram trans-

mitidas. No dia seguinte, era dada uma festa, que variava em função da importância do visitante e da mensagem trazida. Os visitantes jovens faziam uma demonstração de força e sagacidade, com uma cerimônia de luta. Os adultos reuniam-se para conversar no salão central e, se o assunto era sigiloso, permaneciam apenas dois ou três dos mais velhos. Só era permitida a aproximação de alguém que viesse trazendo o *chibé*, uma bebida não-alcoólica, feita de beiju esfarinhado em água, ou folhas de tabaco enroladas em fibra vegetal muito fina, retirada da árvore conhecida

pelos índios Yekuana como *cawai womo*.

Quando o visitante trazia boas notícias, uma jovem de sua mesma etnia era escolhida "... para aquecer sua rede e seu peito". Se, ao contrário, o mensageiro trouxesse notícias desagradáveis, chegava silencioso, de cabeça baixa e, sem olhar para os lados, seguia direto até o pátio da aldeia, onde o aguardava uma pessoa que pudesse receber a má notícia. No caso de o visitante estar contaminado ou enfermo, a informação de seu estado era transmitida de uma certa distância, através de um diálogo verbal. Cabia então ao chefe da aldeia ou a seu substituto determinar se o visitante deveria voltar imediatamente ou ficar abrigado em uma palhoça afastada da aldeia, onde não usasse da mesma água que era servida aos outros membros do grupo.

Outras mensagens são ainda transmitidas por meio de sons e músicas pelos Yekuana. Uma delas utiliza um instrumento de sopro feito da carapaça de um grande molusco (*fanacua*). Os sons emitidos servem para orientar as pessoas, sendo

usado principalmente à noite, em festividades ou quando alguém não regressa no tempo previsto. O som é longo, monótono e sempre repetitivo. O uso de um molusco similar para espantar os maus espíritos foi mencionado por Koch-Grünberg (Tomo III, p.333).

Segundo lendas contadas pelos índios mais velhos, quem ensinou aos Yekuana o uso de alguns instrumentos musicais foram os Yawari e os Pakalu, duas das dezenas de nações indígenas da região, que hoje ou estão extintas ou em acelerado processo de aculturação. Antes, os Yekuana apenas dançavam e cantavam, sem usar instrumentos musicais. Depois que aprenderam a tocar, inventaram outros instrumentos. Entre estes destacam-se uma espécie de guitarra com finíssimas cordas de fibras vegetais, que não mais existe atualmente, e um instrumento de percussão, feito com o casco do jabuti, que emite sons contínuos por meio da fricção do polegar em uma resina fixada no casco.

Hoje, todo esse rico acervo musical está sendo substituído por aparelhos ele-

trônicos, como o rádio de pilha, o toca-fitas e o *walk-man*, que são adquiridos pela venda ou troca de artesanato, farinha ou mesmo ouro.

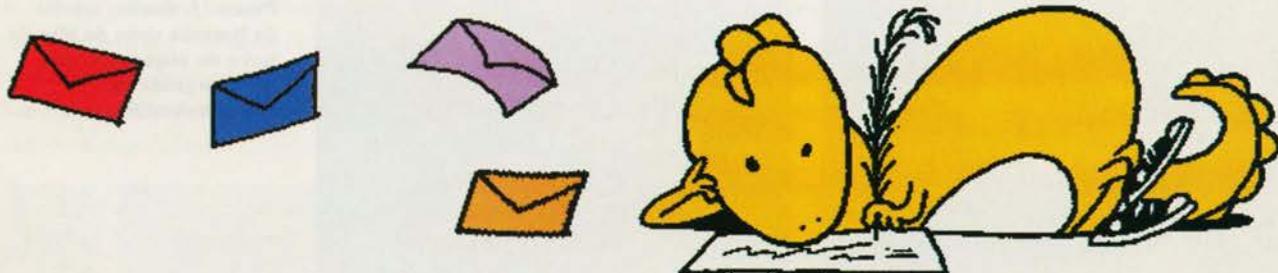
As flautas estão emudecendo. O tambor ainda resiste às pressões do novo tempo, sendo usado, porém, em raras oportunidades. Apenas os poucos Yekuana mais velhos preservam a lembrança dos rituais de saudação-recepção e de outros cerimoniais. Os mais jovens não têm interesse em aprender a tocar as flautas, nem em saber o significado do toque do tambor. As tradições e rituais da cultura Yekuana estão desaparecendo ou se modificando no mesmo ritmo e magnitude com que aumentam o contato com outras culturas. Tudo indica que esse traço cultural desaparecerá por completo em curto espaço de tempo.

**Julieta Souza Silva**

*Divisão de Etnografia e Folclore da Secretaria de Educação e Cultura de Roraima.*

# LEIA & ASSINE

**Tel: 295 4846 ou 270 0548**



## Raio X da Amazônia

*Museu Goeldi instala nova unidade de pesquisa em plena selva*

Uma nova estação científica, implantada em área quase intocada pelo homem, vai impulsionar os estudos sobre a floresta amazônica. Inaugurada pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, de Belém, no final de 1993, a Estação Científica Ferreira Penna teve sua base física completamente concluída em outubro passado.

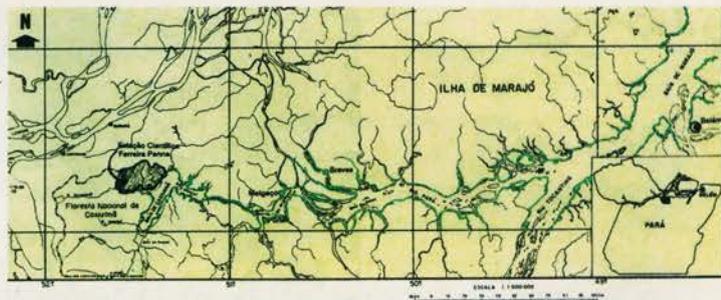
A estação situa-se na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, no Pará, a aproximadamente 400 quilômetros de Belém. Cedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), em 1990, a área tem 33 mil hectares, dos quais 80% são florestas de terra firme e 20% são áreas de várzeas e de vegetação não-florestal.

"Para a comunidade científica, que sempre se ressentiu da falta de áreas representativas de floresta para seus estudos, a Estação Científica Ferreira Penna é um achado valioso", comemora o botânico Pedro

Lisboa, coordenador do Projeto Caxiuanã.

A base física tem 3 mil m<sup>2</sup> e foi construída com US\$ 2,7 milhões cedidos pelo governo do Reino Unido, através da Overseas Development Administration (ODA). Ela inclui biblioteca, com cerca de 600 títulos, sala de computação, auditório e refeitório. Os dormitórios e as casas individuais comportam cerca de 40 pessoas, e outras 40 podem se instalar em redes num amplo salão, o 'redódromo'. Nessa base está também sendo implantada uma estação climatológica pelo Museu Goeldi e pela Universidade Federal do Pará, com recursos da ODA.

Já existem salas previstas para os laboratórios, mas ainda não há equipamentos, que, por enquanto, devem ser levados pelos próprios pesquisadores. "Estamos avaliando a conveniência de se ter equipamentos em Caxiuanã, pois a elevada umidade local dificulta sua preservação", afirmou Lisboa. Uma



**A Estação Científica Ferreira Penna fica na Floresta Nacional de Caxiuanã, a aproximadamente 400 km de Belém.**

Fonte: Museu Paraense Emílio Goeldi

torre de observação de 45 m de altura, localizada a 800 m da base física, permite a observação de animais nas copas das árvores.

Para evitar danos ao ambiente, a coordenação do Projeto Caxiuanã está tomando um conjunto de precauções. Uma delas é a publicação de um guia com instruções aos pesquisadores, no qual se enfatiza que a pesquisa deve ter um impacto mínimo sobre o ambiente. A abertura de trilhas é restrita e recomenda-se, sempre que possível, o acesso à área de estudo por via fluvial, o que pode ser feito por intermédio das canoas de alumínio motorizadas da estação. Para orientar as diferentes formas de utilização da área, o Museu Goeldi está elaborando um plano de manejo que faz o zoneamento das áreas, definindo aquelas onde se permi-

te algum tipo de impacto e outras que devem permanecer intocadas.

O plano prevê ainda o Arboretum, uma área de cerca de 50 ha que deverá reunir diversas árvores da região. A idéia é que ele funcione como um museu botânico e seja usado para visitas de suporte em programas de educação ambiental, iniciação científica para estudantes universitários e ecoturismo.

Segundo Lisboa, a meta agora é incluir a estação na rede de Reservas da Biosfera, um programa da Unesco que concilia conservação com desenvolvimento sustentável. "Assim, fica mais fácil captar recursos externos", disse.

Os pesquisadores interessados em desenvolver pesquisas na Estação Científica Ferreira Penna devem apresentar suas



**À esquerda, base física da Estação Científica Ferreira Penna. À direita, trecho da floresta visto do alto da torre de observação de 45 m erguida na estação científica.**



**Em Caxiuanã, observou-se pela primeira vez no Pará a briófito *Micropterygium trachyphyllum* Reimers. Microscopia óptica.**

propostas à coordenação do Projeto Caxiuanã, que as encaminhará para análise.

Hoje, o objetivo principal dos botânicos na região é fazer o inventário da diversidade florística de Caxiuanã. Coordenada por Pedro Lisboa, a pesquisa deverá servir de base de informação para outros estudos. Com ela, será possível demonstrar a interação entre todas as formas de vida vegetal presentes na área e avaliar a inter-relação da flora com fatores ambientais.

Numa primeira etapa, os pesquisadores realizaram um inventário dos quatro hectares posteriormente desmatados para as obras da estação. Foram analisados 2.441 indivíduos de 338 espécies de 50 famílias bo-

tânicas. Entre elas, foram encontradas espécies nunca catalogadas nos herbários da Amazônia, como por exemplo *Pboebe cf. cinnamomifolia*.

Das espécies estudadas, só 10 foram consideradas abundantes (média de mais de 10 indivíduos por hectare) na região. As espécies raras (média de um indivíduo por hectare) somaram 230, ou seja, 68% do total avaliado. Segundo o relatório, esse contingente de espécies pouco representadas contribuiu significativamente para a grande diversidade da flora local.

O grupo que estuda as briófitas, coordenado por Regina Lisboa, também teve boas surpresas, como a identificação de *Micropterygium trachy-*

*phyllum* Reimers, uma espécie até então não encontrada no Pará.

Além da taxonomia, está previsto o estudo da dinâmica da floresta, da fitossociologia (relação entre as espécies e os indivíduos) e da história natural e da ecologia de populações selecionadas no inventário preliminar. Caberá à Universidade Federal do Pará o isolamento, a identificação e a caracterização de substâncias fitoquímicas.

Os botânicos estão estudando também uma área de vegetação não-florestal da estação. Motivo de enormes controvérsias na comunidade científica, uma hipótese que explica a existência de 'ilhas' desse tipo, muito comuns na região amazônica, é que elas tenham se formado no período Quaternário, quando a Terra, submetida a uma grande seca, perdeu florestas e teve ampliada sua área de cerrado.

Talvez uma luz para esclarecer essa hipótese seja lançada por Monika Barth, da Fundação Oswaldo Cruz, que deverá fazer uma coleta de pólen em vários níveis de profundidade do solo, estabelecendo que espécies estiveram presentes nos diferentes períodos da história.

Outro enigma dessa ilha de vegetação não-florestal de Caxiuanã é que 90% de suas espécies são encontradas em outras 'ilhas' amazônicas. "Isso é curioso, porque essas espécies não conseguem se disseminar por longas distâncias", disse o botânico Antônio Sérgio Lima da Silva, do Museu Goeldi.

Na área de ecologia, as pesquisas vão permitir que se co-

## Um século de tentativas

Desde o final do século passado, o naturalista suíço Emílio Goeldi ressaltava a necessidade de se ter uma área de floresta virgem destinada à pesquisa. Então diretor do museu, em 1900, Goeldi pleiteou junto ao governador do Pará, Paes de Carvalho, uma área de floresta nos arredores de Belém, hoje conhecida como Marco, um populoso bairro da cidade. Não foi atendido.

Em 1979, João Murça Pires, botânico do museu, obteve do governo do Pará a doação de 10.000 ha à instituição, no município de Acará. No entanto, os conflitos armados entre posseiros e fazendeiros da região inviabilizaram o trabalho dos pesquisadores.

Dez anos mais tarde, João Murça Pires sugeriu a região de Caxiuanã para instalar a estação de pesquisa e, em 1990, a direção do museu pleiteou a área junto ao Ibama, que, naquele mesmo ano, atendeu oficialmente à solicitação.



**'Ilha de vegetação não-florestal' em Caxiuanã e a fronteira com a floresta.**

nheça a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas de várzea e terra firme. Com a participação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, da Embrapa, os pesquisadores do Goeldi vão identificar, caracterizar e mapear os tipos de solo da estação científica.

Em zoologia, o objetivo inicial é investigar os padrões de

## A Caxiuanã de Ferreira Penna

Em 1864, o naturalista mineiro Domingos Soares Ferreira Penna, que dois anos depois criou o Museu Paraense Emílio Goeldi (na época chamado Associação Philomática), visitou a região de Caxiuanã e ficou encantado com seu potencial.

Por solicitação do governador do Pará, o naturalista chefiava uma missão de reconhecimento de uma região localizada entre os rios Xingu e Tapajós, pouco abaixo do rio Amazonas, a cerca de 400 km de Belém, que incluía Caxiuanã.

No relatório que apresentou, publicado pelo Conselho de Cultura do Pará, em 1973, ele se deteve especialmente ao rio Anapu, que banha a parte oriental da estação científica, em uma área próxima à baía de Caxiuanã (na época conhecida como Camuí), dando destaque às suas águas rasas e límpidas.

Ferreira Penna registrou o comércio dos regatões, barcos que até hoje percorrem a região, trocando mercadorias por borracha, castanha, cumaru, estopa, breu, óleos, grude, resina, madeira e peixe. Fez também interessantes observações sobre o fabrico de utensílios de argila, como panelas, potes, bacias e tachos de torrar farinha, descrevendo o processo usado para a confecção dos objetos. Daí, talvez, venha a grande quantidade de restos de cerâmica que se vêem atualmente na região.

Segundo o naturalista, a várzea do rio Anapu estava repleta de seringueiras e castanheiras, embora denunciase a alta mortandade destas últimas pela continuada extração de sua casca para o fabrico de estopa. A exploração do cravo, da baunilha e do óleo de copaíba também chamavam a atenção. Já em 1864, essa intensa atividade extrativista ameaçava de extinção diversas espécies de árvore da região.

diversidade da fauna em diferentes habitats da estação, o que permite o conhecimento dos principais modeladores da estrutura das comunidades de vários grupos animais.

Na área de saúde, o Instituto Evandro Chagas, de Belém, e o Museu Goeldi vão tentar conhecer melhor os mecanismos de transmissão de parasitoses humanas e não-humanas.

Os estudos na área de ciências sociais concentram-se em antropologia e arqueologia. Na primeira, estão sendo estudadas as 11 famílias que vivem na estação científica. A

princípio, pensou-se em retirá-las da estação. Mais tarde, porém, decidiu-se que elas deveriam permanecer na área trabalhando na base física ou como guardas florestais. Lourdes Gonçalves Furtado, antropóloga do Goeldi e coordenadora da área de ciências sociais do Projeto Caxiuanã, concorda com a decisão, argumentando que “essas famílias mantêm uma relação tão estreita com o meio ambiente que sua retirada poderia ser traumática”, mas alerta: “Devemos encontrar mecanismos com a própria população para evitar o cresci-



**Acima, vista aérea da base física da Estação Científica Ferreira Penna (pequeno quadrado em tom claro no centro da foto). À esquerda, vê-se o igarapé Curuá; à direita, o Puraquequara. Abaixo, vista aérea da Floresta Nacional de Caxiuanã. A mata de terra firme ocupa a área maior. Na parte superior (em azul escuro) está a baía de Caxiuanã. O que se vê entre a baía e a mata é a vegetação aquática da região.**

mento demográfico.”

Essas famílias vivem basicamente da pesca e do plantio de mandioca (para fazer farinha) e de alguns outros produtos. A farinha que não consomem é vendida em Melgaço ou Portel, as duas cidades mais próximas, ou trocadas por outras mercadorias no regatão, um barco que compra, vende e troca mercadorias pelos rios da Amazônia.

Complementam sua alimentação a extração do palmito, a coleta de castanha e a caça. Esta não é comercializada, restringindo-se ao próprio con-

sumo. Segundo Furtado, esses caboclos, assim como os índios, têm seus mitos e lendas, acreditando que cada bicho tem sua mãe e que esta pode lhes prejudicar se caçarem além do necessário. “A concepção mágico-religiosa da realidade freia a predação”, disse a antropóloga.

Em trabalho de campo preliminar, arqueólogos do Museu Goeldi detectaram vestígios de populações pré-coloniais em Caxiuanã. Foi a primeira vez que se fez um estudo desse tipo no local. Os resultados vão fornecer subsídios para futuras pesquisas arqueológicas, a

serem definidas pelo plano de manejo. O estudo ajudará ainda na elaboração de um plano de preservação, especialmente do patrimônio arqueológico. Dados mais detalhados sobre os vestígios encontrados só serão obtidos depois que as escavações forem iniciadas.

O Projeto Caxiuanã prevê ainda um treinamento de professores de 1º e 2º graus e o estabelecimento de núcleos geradores de informações na região, que devem incluir atividades como clubes de ciência e cultura associados ao Museu Goeldi, coleções didático-científicas e bibliotecas itinerantes.

Com a instalação da estação climatológica, a base medirá temperatura, índice pluviométrico, umidade relativa do ar, evaporação, densidade e direção do ar e incidência de raios solares. Os técnicos vão tomar ainda medidas da água que chega à floresta e a que penetra no solo, permitindo que se conheça o volume interceptado pelas árvores.

Com o auxílio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Rafael do Nascimento Silva, geógrafo do Goeldi e um dos envolvidos no projeto da estação climatológica, participa da construção de um mapa aerofotogramétrico da região de Caxiuanã. Com esse mapa, em escala de 1:20.000, pode-se, por exemplo, observar as diferentes vegetações, distinguir as áreas mais ou menos drenadas pelos rios, localizar sítios mais preservados, selecionar com mais precisão áreas para estudo etc., servindo como instrumento para o plano de manejo.

A Estação Científica Ferreira Penna, hoje ligada ao resto do mundo apenas por ondas de rádio, deverá estar totalmente informatizada até o final deste ano. Os computadores da unidade de pesquisa funcionarão em rede, que emitirá sinais para uma antena parabólica instalada no local. Essa antena, por sua vez, emitirá sinais para um satélite, que em seguida serão captados por uma outra antena do Museu Goeldi, em Belém. O inverso também poderá ser feito. Esse mecanismo viabilizará a implantação de um sistema de telefonia e a troca de dados com o Goeldi e diversas outras instituições. Até o próximo ano as coleções científicas estarão informatizadas e um grande banco de dados estará montado.

Para viabilizar esse projeto, está prevista a substituição de dois geradores responsáveis pela luz da estação por coletores solares. "Os geradores já viraram dinossauro, implicando gastos de combustível e poluição; por isso pensamos em algo mais moderno", disse Lisboa.

A idéia agora é mobilizar diversos cientistas do Brasil e do exterior de várias áreas de pesquisa para estudar o impacto do homem sobre os ecossistemas. Caxiuanã é o ponto de partida, admitindo-se que 100% de sua biodiversidade estão resguardados. Depois serão avaliadas várias regiões, do estado do Pará até o litoral, para se obter uma curva relativa ao impacto da ação humana.

"Ao final do trabalho, pretendemos elaborar uma espécie de modelo de desenvolvimento para a região, sem per-

## Ninho de cobras

O jeito mais rápido para se chegar a Caxiuanã é tomar um avião em Breves, na Ilha de Marajó, e voar durante 30 minutos por sobre a mata espessa da ilha. Mas muita gente prefere a via mais longa, bem mais barata e muito mais poética: rio adentro, de navio. São centenas de redes coloridas que se acumulam umas sobre as outras. Quando o viajante, ainda no porto de Belém, acredita que não cabe mais nada, vem mais uma e mais outra e...

A noite chega e a bebida corre solta. Pela manhã, o rio parece ainda infinito. Mas infinitas mesmo são as latas de cerveja vazias lançadas sem dó nas águas. Não é à toa que o grupo do geógrafo Rafael do Nascimento Silva, do Museu Goeldi, pretende recolher os cerca de 400 mil recipientes jogados por ano no rio pelos oito navios que fazem o percurso Belém-Breves-Belém e colocá-los em exposição em Breves, para sensibilizar a população.

São cerca de 15 horas de viagem. Em Breves, uma casa do Museu Goeldi recebe os viajantes numa parada estratégica para um banho (fundamental, principalmente para quem chega de barco) e uma refeição. É hora também de comprar uma reserva de biscoitos e cigarro, de pagar no banco aquela conta esquecida na última hora e de dar o último telefonema. Porque, pelo menos por enquanto, esse será o último contato com a 'civilização'.

O barco ou a lancha do Goeldi já está ligando os motores. No máximo em 10 horas, o pesquisador estará em Caxiuanã. E, então, quando olhar o *pier* da estação ao longe, é melhor que ele não pense em perguntar: "O que significa Caxiuanã?". Porque talvez alguém por perto saiba responder: ninho de cobras.



**A casa do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Breves, na Ilha de Marajó: último contato com a 'civilização'.**

der de vista a conservação", prevê Lisboa, que estima em cinco anos a duração do projeto. "A idéia é que não se trabalhe em Caxiuanã de modo fragmentado: todos que queiram

trabalhar na estação têm que estar em consonância com os objetivos do programa de pesquisa", lembra o botânico.

O inventário florístico já em andamento servirá de base para

## Pós-graduação na selva

Jovens estudantes poderão aperfeiçoar-se em seus trabalhos de campo graças aos cursos de pós-graduação ministrados na Estação Científica Ferreira Penna. O primeiro desses cursos, elaborado pelo Museu Goeldi e pela UFPA, abordou a conservação, a socioecologia e a evolução dos primatas.

As interferências que as perturbações de habitats têm sobre as populações de macaco foram amplamente discutidas. Engana-se quem pensa que o macaco sai sempre perdendo. Os menores, como os sagüis, por exemplo, muitas vezes são favorecidos pelos desmatamentos da Amazônia, pois o número de insetos, de que se alimentam, aumenta nas capoeiras. A mesma sorte não têm os macacos grandes, que, além de se sentirem dos desmatamentos, são muito procurados pelos caçadores.

essa pesquisa multidisciplinar e multiinstitucional, que irá gerar um banco de dados com as informações obtidas. "Assim, quando os pesquisadores chegarem à estação, eles não terão que partir da estaca zero, pois esse banco já estará pronto, à sua disposição", esclarece o coordenador.

### Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro, enviada especial a Caxiuaná.

# Úlcera induzida

Experimento pioneiro confirma que bactéria causa a doença em suínos

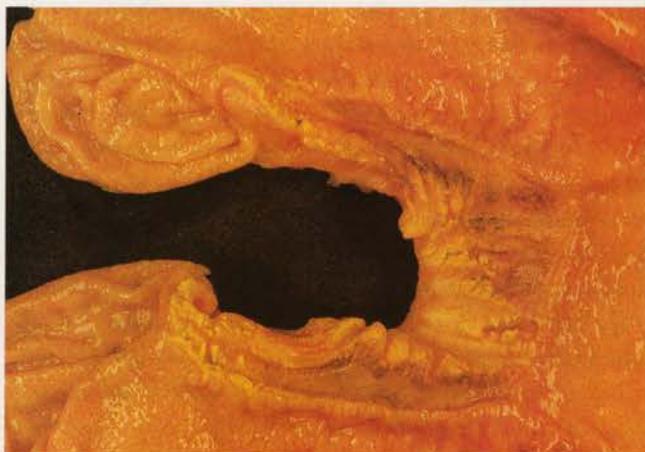
Pesquisadores do Laboratório de Bacteriologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (FMUFMG) conseguiram reproduzir pela primeira vez a úlcera péptica gástrica em modelo animal, induzindo a doença através da inoculação de uma bactéria do gênero *Helicobacter* no estômago de suínos saudáveis. Com esse experimento, confirma-se, por analogia, a tese de que as lesões ulcerosas em seres humanos são causadas pela bactéria *Helicobacter pylori*, que infecta hoje cerca de 50% da população mundial (ver '*Helicobacter pylori*: a bactéria do estômago', em *Ciência Hoje* nº 79).

Até então, as várias tentativas com outros modelos animais empreendidas mundialmente haviam se mostrado infrutíferas. Inoculada em macacos *rhesus*, considerados os mais semelhantes ao homem do ponto de vista filogenético, a bactéria *H. pylori* conseguiu colonizar o estômago do animal, mas não produziu a doença. O mesmo aconteceu com o suíno isento de germes (*germfree*), que desenvolveu apenas gastrite.

Investigando microorganismos que colonizam a mucosa gástrica de seres humanos e de animais desde 1986, o grupo da UFMG dedicou-se paralelamente à busca de um modelo



**A bactéria** *Gastrospirillum suis*, posteriormente identificada como do gênero *Helicobacter*, vista ao microscópio eletrônico de varredura. Inoculada no estômago de porcos saudáveis, a bactéria induz a úlcera gástrica nesses animais.



**Estômago aberto de suíno exibindo alterações pré-ulcerosas (manchas amareladas) e lesões ulceradas (avermelhadas).**

animal capaz de demonstrar a ação patogênica da *H. pylori*. Em 1990, deu o primeiro passo nesse sentido, ao identificar no estômago de suínos a bactéria *Gastrospirillum suis*, mais tarde confirmada como pertencente ao gênero *Helicobacter*, através de mapeamentos genômicos.

A esse dado somaram-se outros dois fatores que definiram a escolha dos suínos

como o modelo mais adequado à experimentação: além de ter a fisiologia do estômago muito parecida com a do homem, são os únicos animais que desenvolvem úlcera espontânea, à semelhança dos seres humanos. Ao estudar suínos portadores da doença em abatedouros, os pesquisadores confirmaram que 100% tinham a bactéria e

que a taxa de prevalência pode atingir até 70%, dependendo das condições de confinamento a que estão submetidos.

A experiência consistiu em inocular a bactéria isolada de animais infectados em 11 suínos comprovadamente não-portadores de úlcera. Com 10 dias, observou-se que todos os animais estavam infectados e depois de três meses constatou-se que nove deles tinham desenvolvido úlcera péptica típica e dois apresentavam lesões pré-ulcerosas. Os cinco animais do grupo controle, embora mantidos nas mesmas condições de confinamento e de dieta alimentar, não desenvolveram lesão.

“O grande mérito deste trabalho foi demonstrar que uma bactéria do gênero *Helicobacter* coloniza e produz úlcera num animal”, comemora a médica e microbiologista Dulciene Queiroz, do Departamento de Propedêutica Complementar da Faculdade de Medicina da UFMG, coordenadora da pesquisa. Embora já fossem notórias as evidências de que a bactéria é a causadora da doença – sabia-se que todos os indivíduos com úlcera são portadores da *H. pylori* e que a doença pode ser curada com antimicrobianos –, faltava um modelo animal que confirmasse efetivamente a tese.

Segundo a pesquisadora, começam a ficar cada vez mais relevantes os indícios de que essa bactéria seja também um dos co-fatores na gênese do câncer gástrico, hoje um

dos tumores malignos mais prevalentes no Brasil, depois dos tumores ginecológicos femininos e dos tumores prostáticos masculinos. Atualmente, a equipe está pesquisando amostras de indivíduos portadores de câncer gástrico para verificar as diferenças relativas à fisiologia da bactéria. Há dados indiretos indicando que essas amostras são produtoras de toxinas, o que constituiria um fator de maior agressão para a mucosa gástrica.

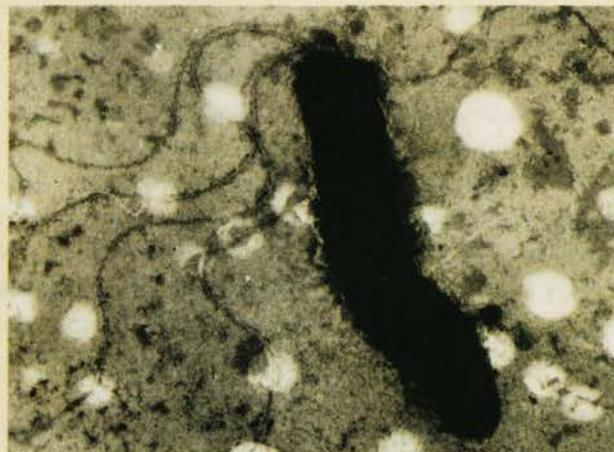
Acredita-se que quanto mais precocemente o indivíduo adquire a infecção, mais chances tem de desenvolver em idade adulta um carcinoma gástrico. Com base nisso e a partir de um levantamento epidemiológico feito para conhecer a prevalência da úlcera gástrica no país, os pesquisadores da UFMG pretendem estudar mais atentamente as populações de baixa idade infectadas, especialmente nas regiões onde a incidência de câncer é muito alta. Eles se animam sobretudo com um fato, já confirmado nos EUA e Japão: à medida que melhoram as condições de vida de uma população, reduz-se também a incidência do tumor gástrico.

Hoje a úlcera vem sendo tratada mundialmente com drogas antimicrobianas, recomendadas pelo National Institute of Health, dos EUA, como a forma mais efetiva de se curar a doença. Embora os resultados desse tratamento sejam superiores a 90% em países do Primeiro Mundo,

## A bactéria do estômago

A descoberta da bactéria *Helicobacter pylori* no estômago humano, feita em 1982 pelo pesquisador australiano B. J. Marshall, revolucionou as pesquisas no campo da microbiologia e da gastroenterologia. Os estudos daí advindos mostraram que esse microorganismo é responsável pela formação da úlcera péptica, desbancando a tese então vigente de que a doença seria causada por fatores ligados sobretudo ao estresse e ao consumo de álcool e fumo.

Não se acreditava, até então, que uma bactéria conseguisse sobreviver no estômago, o ambiente mais ácido do organismo em razão da presença do ácido clorídrico. Embora sensível ao meio ácido, esse grupo de microorganismos tem uma propriedade capaz de neutralizar o pH do estômago e assim colonizá-lo sem competidores. Mas para isso desenvolve mecanismos que acabam produzindo efeitos lesivos à mucosa gástrica, gerando distúrbios gastroduodenais como a gastrite crônica e a úlcera péptica gástrica e duodenal. Mais recentemente, associa-se sua ação à gênese do câncer gástrico.



A bactéria *Helicobacter pylori*, que causa a úlcera gástrica no homem, vista ao microscópio eletrônico (aumento de 7.500 vezes).

nas regiões em desenvolvimento essa taxa tende a cair sensivelmente. Em Minas Gerais, por exemplo, a taxa de erradicação fica em torno de 50%. A coordenadora da pesquisa atribui essa queda a fatores como pobreza, promiscuidade, ausência de saneamento básico e uso indiscriminado de antibióticos. Ela cita o exemplo da região mineira de Araçuaí, uma das

mais pobres do estado, em que 95% da população adulta e 75% das crianças têm a bactéria.

**Marise Muniz**

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

# Poluição em ambientes fechados

*Estudo pioneiro revela que qualidade de ar é ruim em escritórios e restaurantes do RJ e de SP*

Poluentes emitidos por fotocopiadoras, fax e materiais de limpeza, forração, construção e mobiliário, invisíveis a olho nu, afetam a saúde das pessoas que passam a maior parte do dia trancadas entre quatro paredes. O impacto da qualidade do ar em escritórios e restaurantes foi estudado por pesquisadores do Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (Ladetec) do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com a colaboração do Laboratório de Aerosóis e Gases Atmosféricos (LAGA) da Universidade de São Paulo. Iniciado em 1993, o trabalho é pioneiro na América Latina.

Na primeira etapa do estu-

do, os pesquisadores avaliaram, durante dois meses, três escritórios no Rio de Janeiro e três em São Paulo, cada um com um tipo de ventilação: ar condicionado central, ar condicionado de parede, ambos com janelas seladas, e ar condicionado de parede com possibilidade de abrir janelas. Nos restaurantes, levou-se também em conta o tipo de fogão usado (gás, carvão ou lenha). Como referência, foram recolhidas amostras ao ar livre, em lugares próximos aos escritórios.

“O estudo ainda é pontual e pode refletir as condições daqueles momentos ou daqueles dias em que foram feitas as amostras, mas é um alerta para pensarmos no dia-a-dia das pes-

soas”, afirma Jari Cardoso, um dos coordenadores da pesquisa.

Os pesquisadores, que não definiram o ambiente ideal de trabalho, avaliaram 50 substâncias químicas. Os resultados foram similares no Rio de Janeiro e em São Paulo. Entre as partículas encontradas em maiores concentrações, estão a nicotina dos cigarros, os vapores originados por material de limpeza, sintecos, vernizes e os solventes usados nas tintas de aparelhos de fax e fotocopiadoras. Nos restaurantes, foram observadas também substâncias orgânicas, como as gorduras.

Outra fonte importante de poluição é o tráfego intenso de carros, responsáveis pela

emissão de partículas que são absorvidas pelos aparelhos de ar condicionado. Isso ocorre porque o sistema de filtragem desses aparelhos não é eficiente, principalmente por causa da falta de manutenção adequada.

“Além disso, em muitos aparelhos são usadas grades que só filtram partículas maiores que tijolos”, ironiza Francisco Radler, outro coordenador do projeto.

Segundo Radler, os sistemas de filtragem, independente do tipo de aparelho, são semelhantes. “Talvez pelo custo que isso representaria, ainda não há uma preocupação em desenvolver filtros que eliminem as partículas pequenas, que depositam-se no pulmão quando são respiradas”, diz. Ele alerta ainda que na maioria dos casos não existem filtros para as moléculas gasosas.

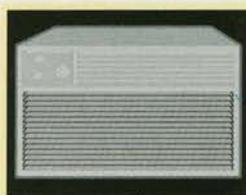
Outro fator que faz com que o ambiente interno seja mais poluído que o externo é o baixo índice de renovação do ar pelos sistemas de refrigeração, em geral de cerca de 20%.

As medidas em restaurantes com fogão a lenha revelaram que a concentração de monóxido de carbono, que pode causar irritações respiratórias, chega a ser 10 vezes o valor considerado tolerável pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA.

Os pesquisadores estão definindo as metas da segunda etapa do projeto, quando será feita uma amostragem em fábricas e laboratórios, dentro da UFRJ, para melhor definir os níveis de poluição ocupacional.

**Edna Ferreira,**

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.



APARELHOS DE AR CONDICIONADO carregam para o ambiente os poluentes externos

VERNIZES E TINTAS dos móveis que liberam formaldeído



CIGARRO: o “vilão” mais combatido solta com a fumaça CO<sub>2</sub>, benzeno, nicotina, poeira e aldeídos



MATERIAL DE LIMPEZA colocam no ar substâncias químicas dos solventes

POEIRA E BACTÉRIAS presentes nos carpetes e forrações, também chegam nas roupas e sapatos



Máquinas tipo XEROX e FAX liberam ozônio para a atmosfera

# Cruzada contra o mercúrio

*Contaminação pelo metal mobiliza pesquisadores de todo o mundo*

Altos níveis de concentração de mercúrio detectados recentemente em peixes grandes de mar aberto, como o tubarão e o peixe-espada, sugerem que o uso indiscriminado desse metal está afetando o ecossistema em nível global e não só regional. Os dados foram obtidos por pesquisadores do Comitê Científico para Problemas do Meio Ambiente (SCOPE), organização internacional que reúne pesquisas feitas por instituições de vários países para orientar políticas ambientais.

Os efeitos do mercúrio no ambiente e na saúde do homem e dos animais estão entre as maiores preocupações do SCOPE. Para conhecer os estudos que estão sendo feitos em todo o mundo, o Comitê tem organizado *workshops* em vários países. No Brasil, o encontro foi realizado no Rio de Janeiro em novembro passado, com a presença de pesquisadores de várias nacionalidades.

Um dos pontos críticos é que a maior parte dos estudos sobre o tema se refere a regiões temperadas, embora o mercúrio seja muito mais empregado em países tropicais. O ciclo de nutrientes e de renovação das águas nas duas regiões, por exemplo, são bem diferentes, interferindo no comportamento desse metal no ecossistema (ver 'Metodologias inadequadas', *Ciência Hoje* nº 97, p. 78).

Segundo o coordenador das

pesquisas sobre os problemas provocados pelo mercúrio do SCOPE, o sueco Arn Jenelov, "o Brasil é o país tropical que tem os estudos mais avançados sobre o assunto". O maior consumo de mercúrio no país está ligado aos garimpos, onde é usado para extrair o metal precioso.

Para David Cleary, antropólogo da Universidade de Cambridge (Inglaterra) que desenvolve um estudo na Amazônia, a saída não é a proibição do uso do metal, como defende boa parte da comunidade científica. "Como ainda não há tecnologias que substituam o mercúrio para o garimpeiro com pouco capital, o veto só levará ao uso clandestino do metal", prevê Cleary. Para ele, os danos continuarão ocorrendo e os estudos sobre o assunto ficarão comprometidos.

O antropólogo está estudando a viabilidade de se implantar na Amazônia um processo desenvolvido por alemães, que aumenta a produção de ouro, além de reduzir o percentual de mercúrio liberado no meio ambiente. O método, que deve custar apenas cerca de U\$ 20,00, consiste em acoplar uma caixa de metal ao equipamento em que se faz a extração do ouro. "Como essa técnica aumenta a produção de ouro, não será difícil convencer os garimpeiros a empregá-la", acredita Cleary.



**Os garimpos da Amazônia são uma importante fonte de contaminação ambiental por mercúrio, usado na extração de ouro.**

Dando continuidade ao *workshop*, o Instituto Nacional para a Doença de Minamata (Japão) promoveu o encontro "Poluição Ambiental por Mercúrio Causada pela Mineração de Ouro". Nesse encontro, pesquisadores do instituto japonês apresentaram um novo método, mais sensível que os atuais, para detecção do mercúrio disperso no ambiente. "Com esse método, é possível detectar o metal mesmo nas situações em que o diagnóstico é difícil como no caso da água", explicou Wolfgang Pfeiffer, pesquisador do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que realiza um trabalho conjunto com o instituto japonês.

Os pesquisadores japoneses queriam entender melhor a enfermidade causada pela contaminação por mercúrio, chamada doença de Minamata, em virtude do primeiro grande acidente provocado pelo metal, em 1953, na cidade de Minamata, no Japão. Como apenas sete mil das pessoas contaminadas estão vivas, não é possível fazer uma análise estatística adequada, comprovando que aqueles sintomas foram realmente causados pela contaminação do mercúrio.

Para Hiroo Kato, diretor do Instituto Nacional para a Doença de Minamata, "os dados não

são confiáveis com um número pequeno de pessoas, porque doenças como malária e febre amarela causam sintomas semelhantes aos da contaminação por mercúrio".

Daí a necessidade de os japoneses se associarem à UFRJ. Em troca dos dados acumulados, os brasileiros estão aprendendo a técnica desenvolvida no Japão e os resultados obtidos pelos dois grupos são comparados. "Essa comparação permitirá que se tenha uma idéia mais precisa da situação, dando base para o passo seguinte, nas áreas médica e epidemiológica", disse Kato.

Não se sabe hoje quantas pessoas estão contaminadas por mercúrio no mundo. Para impedir novas contaminações, países como a Suécia e o Japão isolaram os lagos e as baías afetados e proibiram o consumo de peixes dessas regiões. Se os novos dados do SCOPE sobre contaminação do ecossistema em nível global se confirmarem, a população mundial vai enfrentar um problema que pode durar pelo menos 400 anos, tempo médio em que, segundo a comunidade científica, o mercúrio permanece em atividade no meio ambiente.

**Luisa Massarani**

*Ciência Hoje/Rio de Janeiro.*

## Cortes sob medida

*Pesquisador desenvolve softwares que reduzem desperdício na indústria*

Chegou a hora de construtoras e indústrias de aço, ferro e papel ganharem mais com a racionalidade de seus processos produtivos do que com o repasse de sua ineficiência para os preços pagos pelo consumidor, na outra ponta da linha de produção. Quem mostra um caminho é o professor Sóstenes Soares Lins, do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife. Em sua pesquisa "Otimização de cortes industriais", Lins desenvolveu programas de computador capazes de reduzir ou mesmo anular perdas em cortes de material, que, em alguns segmentos da construção civil, chegam a 28%. O sistema Conjug, já em fase de comercialização, é constituído de *softwares* de otimização matemática, objetivando a implantação de procedimentos efetivos para tratar de problemas de cortes em grande escala.

A economia de milhares de dólares é o resultado do aproveitamento máximo de diversos tipos de matéria-prima. A otimização, segundo Lins, tem um efeito drástico sobre os níveis de desperdício e pode ser obtida simplesmente com melhor "arrumação" das peças a serem cortadas. Para utilizar o Conjug, necessita-se apenas de um microcomputador da linha PC com 640 Kbytes de memória básica, um drive e

uma impressora.

São quatro os segmentos contemplados pelo sistema: vergalhões (aço, alumínio etc.); bobinas (papel, plástico, alumínio, aço etc.); chapas de papelão para a fabricação de embalagens; e peças retangulares a partir de chapas-padrão usadas para fabricar móveis ou cortar peças de vidro em edificações, entre outras finalidades.

O trabalho identificou e implementou um núcleo de algoritmos básicos muito efetivos. "Com isso, encontra-se a solução 'ótima' do problema em um tempo que varia entre décimos de segundo e alguns minutos", garante o pesquisador. O sistema mais desenvolvido atualmente é o Conjug, que otimiza o corte para fabricação de caixas de papelão. "Ele foi implementado em Pascal 7.0 e tem cerca de 20 mil linhas de código-fonte", explica.

Desde 1991 o sistema Conjug, tem sido utilizado na linha de produção de caixas de papelão da unidade pernambucana da empresa Ponsa - Papelão Ondulado do Nordeste S.A., no município de Goiana. A empresa agora festeja a redução das perdas, que antes variavam de 15 a 20%, para algo em torno de 5%. "O sistema calcula a melhor maneira de cortar, com segurança, precisão e rapidez", atesta o chefe de pro-



dução da Ponsa, José Carlos Tavares. Empresas do grupo Klabin no Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul também têm utilizado esse *software* com sucesso.

Para o corte de vergalhões, o sistema utilizado é o Conjug. Atualmente duas construtoras pernambucanas, a Kitover Ltda. e a Zigmund Katz Construtora e Imobiliária Ltda., vêm se beneficiando do sistema na realização de suas obras. Segundo a gerente de engenharia da Kitover, Mônica Santos Fragoso, a perda chega a ser nula em alguns tipos de ferro mais finos (de 6,0 mm a 10,0 mm). O desperdício só é maior nos ferros mais grossos, utilizados em pilares, que não admitem emendas. O diretor da Zigmund, Getúlio Katz, diz que agora não sobra ferro nem para construir caixas d'água, geralmente feitas com aparas do material. As construtoras Kitover e Zigmund Katz tiveram suas perdas - antes estimadas em 15 e 9% - reduzidas para 4 e 1%, respectivamente.

Depois que passou a empregar o sistema, a empresa paraibana Formato - Formas para Concreto Ltda. já con-

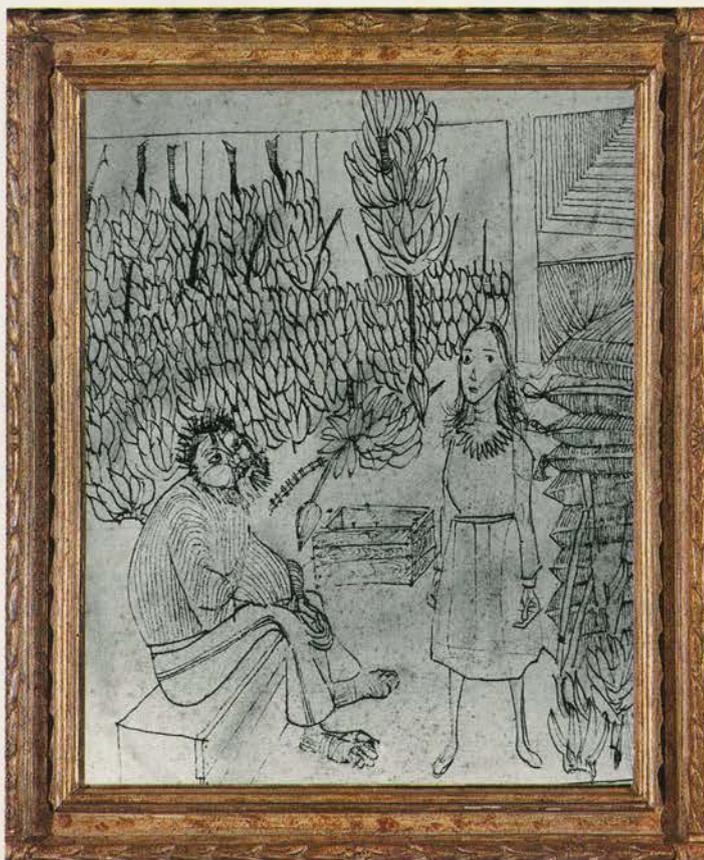
tabiliza uma redução de quase 100% de suas perdas, antes calculadas em 28%. Numa construção de porte médio, de seis andares, são utilizadas em média 1.200 folhas de madeirite, cuja unidade custa cerca de 50 reais. "O uso racional da matéria-prima resultou em economia significativa para a Formato", garante Everaldo Rocha, gerente administrativo e financeiro da empresa.

O Conjug não é um sistema fechado, mas feito sob medida para se adequar às características da empresa que irá utilizá-lo. Seu uso implica controle e, conseqüentemente, mudança de procedimentos que já se tornaram habituais. Para Sóstenes Lins, a novidade nem sempre é bem recebida pelos operários, que às vezes são resistentes a controles adicionais. "Por outro lado", critica Lins, "há também a visão perdulária de muitos empresários, que não conseguem ver lucro num investimento destinado a reduzir gastos em percentuais pequenos".

**Jorge Costa**

*Agência Meio/Universidade Federal de Pernambuco.*

# Houve Um Tempo Em Que Negociar Custos De Fotelito Podia Significar A Continuação Ou O Fim De Um Projeto Gráfico.



Este é um tempo passado. Uma época em que informática e fotolito eram realidades distantes. O Studio Portinari nasceu a partir de uma base digital. Um fotolito equipado com sistema Scitex de última geração, instalado na Torre Rio Sul e que contratou e formou profissionais do mais alto nível para sua operação. Com esta configuração empresarial, você ganha qualidade e velocidade a um só tempo. Mais ainda, você negocia um fotolito calculado na relação direta homem/computador/hora, onde o preço depende de um tempo muito menor que o convencional. Ligue para o Studio Portinari e negocie seu fotolito. Você não vai negociar bananas mas seu trabalho vai ser tratado com o mesmo respeito e dedicação que esta obra de Candido Portinari.



TORRE DO RIO SUL - 27º ANDAR - RJ - TEL.:(021)542-7979 - FAX.: 542-7692



**CADERNO COM INFORMAÇÕES PRÁTICAS PARA QUEM ESTUDA, PESQUISA E DESENVOLVE ATIVIDADES CIENTÍFICAS, DE NORTE A SUL DO BRASIL.**

## Neste caderno:

- 1•** Os principais eventos científicos programados para 1995. Atenção para as datas limites de apresentação de resumos de trabalhos e propostas.
- 2•** Como conseguir apoio para realizar uma pesquisa científica. Todas as informações necessárias sobre as principais agências e os programas de fomento federais, estaduais, privados e estrangeiros.

Organização: *Leonardo Candiota, Mônica Pettinelli, Ricardo Sforza e José Monserrat Filho.*

# CIÊNCIA & TECNOLOGIA 1995 PRINCIPAIS EVENTOS

22-27/janeiro Ribeirão Preto, SP  
**46º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA.**

Promoção da Sociedade Botânica do Brasil. Tema: Ensino de Botânica no Brasil. Eventos paralelos: 2º Simpósio sobre Matas Ciliares e 4º Simpósio de *Bromeliaceae*. Fone: (016) 633-1010, r. 370 e 257. Fax: (016) 633-5015 (Profª Elenice Moura Varanda).

3-8 de fevereiro Viçosa, MG  
**1º ENCONTRO INTERNACIONAL EM PESQUISA E TECNOLOGIA DE RAS (TECHNOFROG'95).**

Promoção da Universidade Federal de Viçosa e Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura. Evento paralelo: 8º Encontro Nacional de Ranicultura. Fone: (031) 899-2194. Fax: (031) 899-2203. E-mail: dbax0796@brufv.bitnet \*

4-9/fevereiro Porto Alegre, RS  
**21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA.**

Promoção: Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), UFRGS, PUC/RS, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), Fundação Zootécnica, Fundação Estadual de Proteção Ambiental e Sociedade de Biologia do Rio Grande do Sul. Fone: (041) 266-6823. Fax: (041) 266-2042 (Profª Mirna Casagrande).

6-10/fevereiro Campinas, SP  
**11º ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Ictiologia. Organização do Instituto de Ciências Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Fone: (0192) 49-5899, r. 280.

19-23/fevereiro S. Paulo, SP  
**1º CONGRESSO PAN-AMERICANO DE GERONTOLOGIA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia/São Paulo. Tema: Transferência Tecnológica para um Envelhecimento Saudável nas Américas/Construindo Pontes entre a Pesquisa e a Prática. Fone: (011) 881-1344. Fax: (011) 881-1125.

20-26/março Salvador, BA  
**1ª FEIRA INTERNACIONAL DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA.**

Fone: (071) 370-8400. Fax: (071) 371-0110 (Paulo Vitta).

21-24/março S. Paulo, SP  
**5º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES E**

**TELEINFORMÁTICA (TELEXPO'95).**

Fones: (021) 262-3932 e 262-5179. Fax: (021) 262-7781 (Carmem Cavalcante).

27-31/março S. Paulo, SP  
**31º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL.**

O melhor trabalho apresentado sobre qualquer tema de medicina social receberá o Prêmio Leônidas de Mello Deane. Fone: (011) 881-1344. Fax: (011) 881-1125 (Magna dos Santos Ferreira).

2-5/abril João Pessoa, PB  
**10º ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE.**

Fax: (083) 224-3688.

10-14/abril Florianópolis, SC  
**3ª CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE FÍSICO-QUÍMICA ORGÂNICA.**

Fone: (011) 210-2299. Fax: (011) 814-3602.

24-28/abril Cuiabá, MT  
**2º REUNIÃO ESPECIAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC).**

Na Universidade Federal do Mato Grosso. Fone: (011) 259-2766. Fax: (011) 606-1002.

24-28/abril Salvador, BA  
**3º CONGRESSO BRASILEIRO, 1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO E 2º CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EPIDEMIOLOGIA.**

Promoção: Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (Abrasco), Sociedade Ibero-Americana de Epidemiologia e Associação Latino-Americana de Medicina Social. Evento paralelo: 1ª Mostra de Tecnologia em Epidemiologia. Fone: (071) 235-2284. Fax: (071) 245-5633.

28/abril-1º/maio Camboriú, SC  
**4º CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA E PEDAGOGIA.**

Fone/fax: (0482) 41-1450.

6-9/maio Caxambu, MG  
**24ª REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR (SBBq).**

Tema: Insetos e Plantas. Fone/fax: (011) 815-5798.

7-10/maio S. Paulo, SP  
**4º CONGRESSO BRASILEIRO/PSIQUIATRIA BIOLÓGICA.**

Promoção da Associação Brasileira de Psiquiatria Biológica. Fone: (011) 881-1344. Fax: (011) 881-1125.

9-13/maio Rio de Janeiro, RJ  
**5º ENCONTRO DE USUÁRIOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.**

Promoção da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (Auremn). O evento comemora o 50º aniversário da espectroscopia de ressonância magnética nuclear. Fones: (021) 598-6171 e 598-6172. Fax: (021) 598-6296 e 598-6626 (Sonia Maria Cabral de Menezes).

11-13/maio S. Paulo, SP  
**6º SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GLAUCOMA.**

Fone: (011) 571-7218. Fax: (011) 544-4002 (Prof. Paulo Augusto de Arruda Mello).

22-26/maio Belo Horizonte, MG  
**13º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e Laboratório Nacional de Redes de Computadores. Organização do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Fone: (031) 448-5860. Fax: (031) 448-5858. E-mail: sbrc95@dcc.ufmgbr

30 de maio-2/junho Caxambu, MG  
**18ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ).**

Tema: Melhor qualidade de vida através da química. Evento paralelo: 7º Encontro Brasileiro de Fotoquímica. Fone: (011) 210-2299. Fax: (011) 814-3602.

4-8/junho João Pessoa, PB  
**10º ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS E LINGÜÍSTICA (ANPOLL).**

Fone/fax: (083) 224-3383 (Profª Sônia Maria van Dijk Lima).

6-10/junho Caxambu, MG  
**18º ENCONTRO NACIONAL DE FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Principais patrocinadores: Fapesp, Finep, CNPq e Capes. Fones: (011) 818-6922 ou (0192) 39-7464. Fax: (0192) 39-3137 (Profª Vólia Lemos Crivelenti).

10-13 de junho Águas de Lindóia, SP  
**39º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA.**

Promoção da Associação Brasileira de Cerâmica. Fone: (011) 549-3922. Fax: (011) 573-7528 (Maria Angélica Paiva).

Julho (ainda sem data) Presidente Prudente, SP

**3º ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE GEOGRAFIA.**

Promoção da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Tema: Formação do Professor de Geografia. Fone: (011) 818-3758 (Núria Hanglei). Fax: (011) 818-3159 (Deptº de Geografia da USP).

9-14/julho São Luís, MA  
**47ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC).**

Na Universidade Federal do Maranhão. Evento paralelo: 3ª Experiência. Fone: (011) 259-2766. Fax: (011) 606-1002.

10-14 de julho Viçosa, MG  
**24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA.**

Fones: (031) 899-2731 e 899-2734. Fax: (031) 899-2735.

11-16/julho Porto Alegre, RS  
**2º CONGRESSO LATINO-AMERICANO E 14º ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Malacologia (SBMa). Apoio da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS). Evento paralelo: 1ª Feira Internacional sobre Moluscos. Fone: (051) 226-6711. Fax: (051) 226-5159.

17-22/julho São Paulo, SP  
**7º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIRURGIA DERMATOLÓGICA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Cirurgia Dermatológica. Fone: (011) 881-1344. Fax: (011) 881-1125.

20-27/julho Rio de Janeiro, RJ  
**12º CONGRESSO INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA.**

Organização da Associação Brasileira de Odontologia/RJ. Fones: (021) 293-5293 e 293-5322, r. 21. Fax: (021) 293-3893 (Sérgio Rivetti Dias).

23-29 de julho São Paulo, SP  
**26º CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE LIMNOLOGIA TEÓRICA E APLICADA.**

Fax: (0162) 71-9241. E-mail: crhea@brusp.sce.bitnet

24-28/julho Ouro Preto, MG  
**V SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA.**

Na Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Fax: (031) 551-1988 (Prof. Adilson R. Costa).

27/julho-1º/agosto *Belo Horizonte, MG*  
**20º CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica. Fone: (031) 273-1121. Fax: (031) 273-4770.

29/julho-4/agosto *Gramado, RS*  
**15º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC), 21ª CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA EM INFORMÁTICA E 4º CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR EM COMPUTAÇÃO.**

Promoção da SBC e Centro Latino-Americano de Estudos em Informática (Clei). Organização do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Evento paralelo: 2º Simpósio Brasileiro em Música Computadorizada. Fone: (051) 336-8399, r. 6166 e 6158. Fax: (051) 336-5576. sE-mail: sbclei95@inf.ufrgs.br ou conf95@inf.ufrgs.br (Lourdes Tassinari).

30/julho-4/agosto *Salvador, BA*  
**17º CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA.**  
 Fone: (021) 240-6901. Fax: (021) 262-2823.

31/julho-4/agosto *Gramado, RS*  
**10º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MICROELETRÔNICA (SBMICRO) E 1ª CONFERÊNCIA IBERO-AMERICANA DE MICROELETRÔNICA.**  
 Promoção da SBMicro e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fone: (051) 336-8399, r. 6166 e 6158. Fax: (051) 336-5576. E-mail: eventos@inf.ufrgs.br (Lourdes Tassinari).

7-11/agosto *Rio/Janeiro, RJ*  
**3º ENCONTRO NACIONAL DE APLICAÇÕES NUCLEARES.**  
 Organização do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). Fone: (021) 280-3113, r. 140. Fax: (021) 590-2692 (Wílma Bastos).

13-16/agosto *Rio/Janeiro, RJ*  
**38ª MID-WEST SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS.**  
 Organização da UFRJ. Patrocinado pela IEEE/Circuits and Systems Society. Fone: (021) 260-5010. Fax: (021) 290-6626. E-mail: caloba@coe.ufrj.br (Prof. Luis Pereira Caloba).

20-24/agosto *Rio de Janeiro, RJ*  
**4º CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA E 1ª CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE GEOFÍSICA.**

Fone: (021) 534-2405. Fax: (021) 534-2723 (Fernando Barbosa da Silva).

21-25/agosto *Ilhéus, BA*  
**28º CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA.**

Promoção da Sociedade Brasileira de Fitopatologia. Tema: Controle Ecológico das Doenças de Plantas. As inscrições de trabalhos já estão abertas. Fones: (073) 214-3200 e 214-3279. Fax: (073) 214-3204 (José Luiz Bezerra).

27-30/agosto *Águas de Lindóia, SP*  
**10º REUNIÃO ANUAL DA FEDERAÇÃO DAS SOCIEDADES DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL (FESBE).**  
 Fones: (011) 814-8266 e 818-7369. Fax: (011) 212-7216 (Viviane Machado).

27/agosto-1º/setembro *Santos, SP*  
**7º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MICROBIOLOGIA E ECOLOGIA.**  
 Organização da Sociedade Brasileira de Microbiologia (SBM) e International Committee on Microbial Ecology (Icome). Patrocinadores: Fapesp, Finep, CNPq e Capes. Fone/fax: (011) 813-4392 ou 813-9647 (Profª Maria Therezinha Martins). E-mail: 7isme@cat.cce.usp.br

Programado para setembro *Rio de Janeiro, RJ*  
**5º ENCONTRO DE BIÓLOGOS DOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO E ESPÍRITO SANTO.**  
 Organização do Conselho Regional de Biologia (2ª Região - RJ/ES). Fones: (021) 589-2910 e 589-3581.

Setembro *Campina Grande, PB*  
**8ª FEIRA DE TECNOLOGIA DE CAMPINA GRANDE (FETEC'95).**  
 Organização da Fundação Parque Tecnológico da Paraíba. Fones: (083) 333-2624 e 333-2475. Fax: (083) 333-2459 (Maria Helena Silva).

2-5/setembro *Santos, SP*  
**18º CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA.**  
 Organização da Sociedade Brasileira de Microbiologia (SBM). Fone/fax: (011) 813-4392.

3-7/setembro *S. Paulo, SP*  
**21º CONGRESSO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE CIRURGIÕES.**  
 Evento paralelo: 11º Congresso Latino-Americano de Cirurgia. Fone: (021) 224-6080. Fax: (021) 231-1492.

4-8/setembro *Rio de Janeiro, RJ*  
**12º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOGEOQUÍMICA AMBIENTAL.**  
 Fones: (021) 220-2097 e 220-2699. Fax: (021) 220-2305 (Prof. Luís Melges Figueiredo).

5-8/setembro *Salvador, BA*  
**28º CONGRESSO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA.**  
 Fones: (071) 247-2727 e 235-2284. Fax: (071) 245-5633.

6-9/setembro *Caxambu, MG*  
**41º CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA.**  
 Promoção da Sociedade Brasileira de Genética (SBG). Tema: Diversidade de Genética. Fones: (016) 633-1610 e 633-3035, r. 308 e 302. Fax: (016) 623-1039 e 633-0069 (Prof. Francisco de Moura Duarte).

11-13/setembro *São Paulo, SP*  
**6º CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA BORRACHA.**  
 Promoção da Associação Brasileira de Tecnologia da Borracha. Fone: (011) 881-1344. Fax: (011) 881-1125.

13-15/setembro *Nova Friburgo, RJ*  
**8º SEMINÁRIO BRASILEIRO DE CATÁLISE.**  
 Patrocínio do Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP). Fone: (021) 532-1610. Fax: (021) 220-1596.

17-20/setembro *Rio de Janeiro, RJ*  
**16º ENCONTRO NACIONAL/ TRATAMENTO/MINÉRIOS E HIDROMETALURGIA.**  
 Promoção do Centro/Tecnologia Mineral (Cetem/MCT). Fone: (021) 260-7222, r. 203. Fax: (021) 260-2837. E-mail: ctlnaluz@cetem.anj.br

17-21 de setembro *Salvador, BA*  
**18º CONGRESSO BRASILEIRO/ ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.**  
 Promoção da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental/BA. Tema: A Engenharia Ambiental e o Desenvolvimento Sustentado. Evento paralelo: 1º Simpósio Internacional sobre Transferência de Tecnologia Ambiental. Fones: (071) 832-6800 e 832-6847. Fax: (071) 832-2562 (Francisco Alves Pereira).

25-29/setembro *Salvador, BA*  
**35º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA.**  
 Promoção da Associação Brasileira de Química/BA. As inscrições de trabalhos já estão abertas. Fones: (021) 262-1837 ou (071) 351-2138. Fax: (021) 262-6044.

25-29/setembro *Rio de Janeiro, RJ*  
**4ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ENGENHARIA COSTEIRA E PORTUÁRIA EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO.**  
 Fone: (021) 286-3536. Fax: (021) 246-1314 (Cristiane Cherulli).

25-30/setembro *S. Paulo, SP*  
**15º CONGRESSO MUNDIAL DE LINFOLOGIA.**  
 Promoção da Sociedade de Médicos de Linfologia. Fone: (011) 881-1344. Fax: (011) 881-1125.

30/setembro-4/outubro *Salvador, BA*  
**25º CONGRESSO BRASILEIRO DE RADIOLOGIA.**  
 Fone: (071) 237-1132 (Antônio Mateone).

Outubro *Caxambu, MG*  
**19º ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM CIÊNCIAS SOCIAIS (ANPOCS).**  
 Fone: (011) 818-4664. Fax: (011) 818-5043 (Prof. Flávio Pierucci).

3-6/outubro *Recife, PE*  
**9º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE.**  
 Fone: (081) 271-8430. Fax: (081) 271-4925 (Jaelson Brelaz de Castro).

8-11/outubro *Recife, PE*  
**23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE95).**  
 Promoção da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia. Fones: (081) 271-8200 e 271-8201. Fax: (081) 217-8205. E-mail: cobenge@npd.ufpe.br

23-27/outubro *Mar del Plata, Argentina*  
**6º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR.**  
 Fone: (5423) 72-3831. Fax: (5423) 75-3150.

6-10/novembro *Caxambu, MG*  
**22ª REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA BÁSICA EM DOENÇA DE CHAGAS.**  
 Fone: (021) 280-2010, r. 357. Fax: (021) 280-8193. E-mail: jscharfstein@ax.apc.org (Prof. Júlio Scharfstein).

**ATENÇÃO! ENVIE SEU TRABALHO ATÉ AS DATAS ABAIXO:**

1º de fevereiro (resumos expandidos): *38<sup>th</sup> Mid-West Symposium on Circuits and Systems*, 13-16 de agosto.

3 de fevereiro (resumos acompanhados de *abstracts* em inglês): *18ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ)*, 30 de maio-2 de junho.

10 de fevereiro (resumos): *24ª Reunião da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq)*, 6-9 de maio.

25 de fevereiro (resumos): *24º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 10-14 de julho.

28 de fevereiro (resumos): *5º Encontro de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear*, 9-13 de maio.

28 de fevereiro (resumos e propostas de mesas): *V Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, 24-28 de julho.

1º de março (resumos): *7º Simpósio Internacional de Microbiologia e Ecologia*, 27 de agosto-1º de setembro.

3 de março (resumos): *18º Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada*, 6-10 de junho.

3 de março (resumos): *4º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica e 1ª Conferência Latino-Americana de Geofísica*, 20-24 de agosto.

15 de março (resumos): *44º Congresso Brasileiro e 14º Congresso Latino-Americano de Coloproctologia*, 9-12 de julho.

30 de março (trabalhos): *15º Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e 21ª Conferência Latino-Americana em Informática*, 29 de julho-4 de agosto.

30 de março (resumos): *2º Simpósio Brasileiro em Música Computadorizada*, 30 de julho-2 de agosto.

31 de março (resumos): *18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 17-21 de setembro.

14 de abril (trabalhos): *10º Congresso da Sociedade Brasileira de Microeletrônica (SBMicro) e 1ª Conferência Ibero-Americana de Microeletrônica*, 31 de julho-4 de agosto.

15 de abril (resumos): *17º Congresso Brasileiro de Cartografia*, 30 de julho-4 de agosto.

30 de abril (propostas de grupos de trabalho): *19º Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs)*, em outubro.

30 de abril (resumos): *23º Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (Cobenge95)*, 8-11 de outubro.

16 de maio (resumos): *41º Congresso Nacional de Genética*, 6-9 de setembro.

19 de maio (trabalhos): *9º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, 3-6 de outubro.

**CIÊNCIA PARA AS NOVAS GERAÇÕES****Concurso "Cientistas de Amanhã" e o Prêmio Jovem Cientista estão de novo no ar**

Iniciativas diferentes, tem um objetivo comum: estimular o surgimento de novas gerações de cientistas.

O "Cientista de Amanhã", promovido pela IBECC (Instituto Brasileiro de Educação de Ciência e Cultura) e Unesco, agora com o apoio da SBPC, FAE (Fundação de Assistência ao Estudante) e CNPq, mobiliza estudantes da 6ª a 8ª séries do 1º grau e da 1ª a 3ª séries do 2º grau, e seus professores no desenvolvimento de trabalhos de pesquisa científica.

O Prêmio Jovem Cientista chega a sua 12ª edição e busca incentivar os cientistas em início

de carreira. É promovido pela Fundação Roberto Marinho, CNPq e Grupo Gerdau.

**"Cientistas de Amanhã"**

Podem concorrer trabalhos sobre qualquer assunto de ciências naturais, exatas e humanas. A inscrição deve ser feita até 30 de abril, nas Secretarias Regionais e Seccionais da SBPC em todo o Brasil (ver endereços no expediente aqui da *Ciência Hoje*). Os trabalhos serão julgados por especialistas indicados pelas próprias Secretarias da SBPC. Depois, enviados ao IBECC/Comissão de São Paulo, voltam a ser julgados por outros especialistas. No fim, podem ser classificados até 10 trabalhos, que serão apresentados pelos seus autores na 47ª Reunião Anual da SBPC, em São Luís, Maranhão, de 9 a 14 de julho próximo. Apresentados

os trabalhos, a Comissão Julgadora elege cinco vencedores, no máximo. O nome dos vencedores são anunciados no encerramento da Reunião. Os trabalhos classificados e não premiados recebem Menção Honrosa. Os ganhadores que ingressarem em curso superior recebem bolsas de Iniciação Científica do CNPq. As escolas onde eles estudam recebem verba para comprar material de pesquisa. Cada premiado ganha uma assinatura anual da revista *Ciência Hoje*.

**XII Prêmio Jovem Cientista**

O tema deste ano do Prêmio Jovem Cientista é "Qualidade e produtividade na construção civil", tema de interesse direto de grande parte da população brasileira. Os trabalhos devem ser inscritos até 31 de março. Eles serão julgados por comissão designada pelo CNPq. Os

critérios de julgamento constam do material de inscrição distribuído pelo próprio CNPq.

O concurso tem duas categorias: G, para graduados que tenham menos de 40 anos de idade até 31 de dezembro de 1994; e E, para estudantes de escolas técnicas e/ou curso superior que tenham menos de 30 anos de idade naquela mesma data.

Prêmios por categoria: Graduados: 1º lugar, R\$ 7.000,00; 2º, R\$ 5.000,00; 3º, R\$ 3.000,00. Estudantes: 1º lugar, R\$ 2.500,00; 2º, R\$ 1.500,00; e 3º, R\$ 1.000,00. Os trabalhos premiados serão publicados em livro.

As pesquisas devem ser enviadas ao CNPq (Prêmio Jovem Cientista) SERN 507, bloco B, 3º andar, CEP 70740-901, Brasília, DF. Fone: (061) 274-1155, ramal 222.

## COMO CONSEGUIR APOIO À PESQUISA CIENTÍFICA?

Várias instituições dão apoio à pesquisa e à pós-graduação no Brasil. Há inúmeras modalidades de auxílios, cada uma com características e exigências específicas. Na esfera federal, as principais agências de fomento à pesquisa são o CNPq, do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e a Capes, do Ministério da Educação (MEC). Alguns Estados dispõem de Fundações de Amparo à Pesquisa (Fap's), vinculadas em geral às respectivas Secretarias de Ciência e Tecnologia. Embaixadas, Consulados e fundações privadas também têm programas de amparo à pesquisa. Veja, a seguir, as modalidades de apoio e a sistemática de liberação de recursos para o financiamento da pesquisa das instituições mais importantes.

### CNPq

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), principal instituição de fomento à pesquisa no país, subordinada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, oferece as seguintes modalidades de bolsas e auxílios:

#### 1. BOLSAS NO PAÍS

##### A• Bolsas por quota

- *bolsa de iniciação científica*, para estudantes de graduação, com duração mínima de 12 meses e duração máxima equivalente ao tempo mínimo regular exigido para o curso de graduação. Julgamento em março.

- *bolsas de aperfeiçoamento e especialização*, para graduados que buscam continuidade de seu programa de formação em investigação científica e tecnológica, através da pós-graduação ou da participação em projetos de pesquisa, realização de estágios e cursos de especialização. São concedidas a quem deseja fazer cursos, com carga horária mínima de 360h em tempo integral e duração mínima de 3 meses e máxima de 12 meses. Também são concedidas a pesquisadores, com duração mínima de 12 meses e máxima de 24 meses. Julgamento em maio e outubro.

- *mestrado*, com duração de 24 meses, e doutorado, com duração de 48 meses. Julgamento em outubro.

##### B• Bolsas individuais de pesquisa,

para doutores ou para quem possua perfil científico equivalente vinculados a instituição de ensino e/ou pesquisa, em regime de dedicação exclusiva. Duração máxima de 24 meses e julgamento em maio e outubro.

##### C• Bolsas individuais por solicitação da instituição,

que podem ser encaminhadas durante todo o ano:

- *bolsa de pós-doutorado*, para instituições que tenha em seu quadro de docentes pesquisadores ou doutores de alta qualificação e desempenho científico notável. Ou ainda para candidatos com título de doutor ou perfil equivalente, que participam de atividades em instituições de ensino e pesquisa e que se dedique integralmente às atividades programadas pela instituição solicitante. Duração mínima de 6 meses e máxima de 24 meses.

- *bolsa de recém-Doutor*, para instituições com infraestrutura para desenvolvimento dos pro-

jetos propostos ou candidatos com título de doutor há no máximo 18 meses e ainda desvinculado do mercado de trabalho. Duração mínima de 24 e máxima de 36 meses.

- *bolsa de desenvolvimento científico regional*, que objetiva reforçar ou consolidar grupos de pesquisa das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com exceção do Distrito Federal, em instituições que disponham de infraestrutura para o desenvolvimento dos projetos propostos. Duração mínima de 24 e máxima de 36 meses.

- *bolsa para pesquisador visitante*, que visa permitir a brasileiro ou estrangeiro com alta liderança científica e participação em grupos de pesquisa ou ensino. Para brasileiros, duração mínima de 3 e máxima de 24 meses. Para estrangeiros, duração mínima de 12 e máxima de 60 meses.

- *pesquisador associado*, que possibilita ao pesquisador altamente qualificado e produtivo a participação em grupos de pesquisa ou ensino. Destina-se a instituições em fase de implantação ou de consolidação de seus grupos de pesquisa e a pesquisadores ainda não integrados ao mercado de trabalho. Duração mínima de 24 e máxima de 60 meses.

#### 2. BOLSAS NO EXTERIOR, INDIVIDUAIS, que podem ser solicitadas durante todo o ano:

- *estágio sênior*, que permite a pesquisador sênior, com contínua e relevante produção científica nos últimos 5 anos e vínculo empregatício com instituição de pesquisa ou ensino no Brasil, o desenvolvimento de projeto de elevado conteúdo inovador em instituição científica de mérito internacional reconhecido.

Duração mínima de 6 e máxima de 12 meses.

- *bolsas de pós-doutorado*, que possibilita a recém-doutores a participação em estágios ou o desenvolvimento de projeto científico tecnológico inovador em instituições internacionais. Duração mínima de 6 e máxima de 24 meses.

- *bolsa de doutorado 'sandwich' no exterior*, para que aluno de curso de doutorado no Brasil possa usufruir de oportunidade de coleta ou tratamento de dados no exterior e desenvolvimento de parte da tese que será defendida no Brasil. Duração mínima de 6 e máxima de 24 meses.

- *bolsa de doutorado 'sandwich' no Brasil*, para bolsistas do CNPq matriculados em curso de doutorado no exterior que necessitem de coleta ou tratamento de dados no Brasil ou desenvolvimento parcial de tese que será defendida na instituição estrangeira. Duração máxima de 24 meses.

- *bolsa de doutorado ou aperfeiçoamento e especialização*, para a formação de recursos humanos em cursos de doutorado em instituições estrangeiras e para o treinamento qualificado em áreas altamente carentes no país. Duração para o doutorado de 48 meses e mínima de 3 e máxima de 12 meses para o aperfeiçoamento/especialização.

#### 3. EVENTOS DATADOS, auxílios individuais que podem ser solicitados durante todo o ano:

- *auxílio para pesquisador visitante*. Duração mínima de 10 dias e máxima, para brasileiros de 90 dias, e para estrangeiros de 180 dias.

- *participação em eventos científicos*, como congressos

e similares, para apresentação de trabalhos ou intercâmbio, estágios, visitas e cursos de curta duração, e defesa de tese no exterior por ex-bolsista do CNPq. Durações: congressos, máxima de 30 dias; estágios, visitas e cursos, máxima de 90 dias; defesa de tese, máxima de 90 dias.

- *promoção de eventos científicos*, com o financiamento de passagens e diárias, publicação de anais, impressão de *posters*, aluguel de salas de conferência com infra-estrutura e tradução simultânea. Duração máxima de 12 meses.

- *editoração*, para publicações técnico-científicas nacionais. Inclui o financiamento de material de consumo e remuneração de serviços pessoais com editores e colaboradores. Duração mínima de 12 e máxima de 36 meses e julgamento em novembro.

O CNPq mantém ainda um programa de fomento à pesquisa com duas modalidades de apoio: os *projetos integrados de pesquisa*, com 24 meses de duração; e os *projetos individuais de pesquisa*, com 12 meses de duração. O julgamento de ambas as modalidades ocorre em maio e outubro, durante reunião dos conselhos assessores (CAs).

Para mais informações, comuniquem-se com o CNPq/SPAR – Serviço de Documentação e Arquivo – SEPN, quadra 511, bloco A, Ed. Bittar II, CEP 70.750-901, Brasília, DF. Fone: (061) 274-2347/1155, r. 247, 437 e 441. Fax: (061) 274-2355. Telex: (061) 4389. E m a i l : sheila\_monteiro@sirius.cnpq.br

## CAPES

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), fundação pública do Ministério da Educação (MEC), tem por objetivo subsidiar o Ministério na formulação de políticas de pós-graduação. Por isto, coordena e estimula a formação de recursos humanos qualificados para a docência em grau superior e a pesquisa através da concessão de bolsas de estudos, auxílios e outros mecanismos. As modalidades de apoio da Capes são:

- *capacitação docente e técnica*, bolsas em tempo parcial ou integral, concedidas nos níveis de pós-doutorado, doutorado, mestrado, especialização, aperfeiçoamento e estágio. As bolsas de pós-doutorado destinam-se, exclusivamente, a docentes das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Duração: pós-doutorado e especialização, até 12 meses; mestrado, até 30 meses; doutorado, até 48 meses; estágio, de 3 a 12 meses, no máximo. Solicitações devem ser encaminhadas até outubro do ano anterior ao início da atividade.

- *desenvolvimento acadêmico*, que visa apoiar instituições de ensino superior sem condições para criarem, desenvolverem e consolidarem certas áreas do conhecimento; oferece a elas a possibilidade de contar com professores aposentados com título de Doutor, altamente qualificados e cientificamente ativos, que se disponham a mudar de região geográfica. Duração de quatro anos, podendo ser renovada por até, no máximo, quatro anos. Solicitações até dezembro do ano anterior ao início da atividade.

- *programa especial de treinamento*, para alunos de gra-

duação, orientados por professor-tutor, visando possibilitar o desenvolvimento de atividades extra-curriculares, que favoreçam sua integração no mercado profissional, em especial na carreira universitária. Duração: até o término do curso de graduação. Solicitações: de 01 de fevereiro a 15 de março.

- *bolsas de pós-graduação "stricto sensu"*, que visa apoiar cursos de pós-graduação "stricto sensu", através de concessão de bolsas de mestrado e doutorado, para alunos que se dediquem em tempo integral às atividades do curso. Duração de até 30 meses para mestrado e de até 48 meses para doutorado. Solicitações até 20 de setembro do ano anterior da atividade.

- *bolsa de pós-graduação no exterior*, concedidas nos níveis de pós-doutorado, doutorado e especialização. Duração variável dependendo da área de conhecimento, do país de destino e da modalidade da bolsa. Solicitações de 1º de outubro a 31 de dezembro.

- *bolsa de doutorado no país com estágio no exterior e com estágio no país*, sendo que a última modalidade se destina às instituições de ensino superior das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Duração de 4 a 12 meses. Solicitações de 2 de maio a 2 de junho e de 3 de novembro a 3 de dezembro.

- *professor visitante*, benefício concedido a docentes e pesquisadores de alto nível, brasileiros e estrangeiros, com título de doutor ou equivalente. Duração de um a 12 meses, passível de renovação desde que o período total não ultrapasse 24 meses. Solicitações até 2 de outubro, até 2 de janeiro, até 2 de abril e até 2 de julho.

- *professor visitante recorrente*, benefício concedido a docentes e pesquisadores, brasileiros e estrangeiros, que assumam a responsabilidade de orientação de alunos de pós-graduação "stricto sensu". Duração de três anos, em meses alternados. Solicitações até 2 de outubro, até 2 de janeiro, até 2 de abril e até 2 de julho.

- *treinamento de professores de 1º e 2º graus*, vinculados à rede pública, através de projetos que integrem a pós-graduação com os demais níveis de ensino. Duração equivalente à do curso regular até 12 meses ou equivalente à duração dos módulos, para cursos modulares. Solicitações de 1º de outubro a 1º de dezembro e de 1º de abril a 1º de junho.

- *apoio a cursos de pós-graduação "lato sensu"*, para treinamento destinado à qualificação de docentes de 3º, 2º e 1º graus e à capacitação técnico-profissional. Duração equivalente à do curso regular até 12 meses ou equivalente à duração dos módulos, para cursos modulares. Solicitações de 1º de outubro a 1º de dezembro e de 1º de abril a 1º de junho.

- *programa de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico (PADCT)*, que resulta de contrato de empréstimo do Banco Mundial com o governo brasileiro, através do MCT. É constituído de 11 subprogramas, cabendo à Capes o gerenciamento da formação de recursos humanos em todos eles, além do subprograma Educação para a Ciência (1º e 2º graus). A duração do apoio depende do projeto e o calendário para solicitações é publicado em editais no *Diário Oficial da União* e estão disponíveis nas Pró-Reitorias de Pós-Graduação.

• *interação Universidade setor produtivo*, que apóia atividades de extensão universitária que atendam à demanda do setor produtivo. Duração variável em função do curso ou treinamento. Solicitações até 2 de outubro, até 2 de janeiro, até 2 de abril e até 2 de julho.

• *acordos de cooperação internacional para intercâmbio institucional*, com a França (Cofecub), Inglaterra (British Council), China (Daad), Alemanha (Daad) e com Argentina, Uruguai e Paraguai (Mercosul). Apoio para intercâmbio de bolsistas, docentes e pesquisadores. Duração indeterminada. Solicitações de março a junho.

• *acordos de cooperação internacional para intercâmbio individual*, com os Estados Unidos (Fulbright), Alemanha (Daad), China (Cee), Canadá (Quebec), Portugal, Comunidade dos Estados Independentes (Ceii), Israel, Itália e Bélgica (CGRI). Duração indeterminada. Solicitações de outubro a dezembro.

• *auxílio viagem de curta duração no exterior*, para a participação de professores e pesquisadores em eventos de caráter científico. Duração mínima de um e máxima de seis meses. Solicitações: eventos em jan/fev: até 01/11; eventos em mar/abr: até 02/01; eventos em mai/jun: até 01/03; eventos em jul/ago: até 02/05; eventos em set/out: até 01/07; eventos em nov/dez: até 01/09.

• *apoio a eventos no país*, visando estimular eventos de curta duração, como congressos, seminários e reuniões, relevantes para o desenvolvimento da pós-graduação "stricto sensu". Solicitações: eventos em jan/fev/mar: até 02/10; eventos em abr/mai/jun: até 02/01; eventos em

jul/ago/set: até 02/04; eventos em out/nov/dez: até 02/07.

• *apoio à infraestrutura de cursos de pós-graduação*, com solicitações até 15 de março.

• *consolidação dos cursos de pós-graduação*, para cursos com conceito C, D, SC ou CR (cursos em reestruturação), segundo avaliação da Capes. Os critérios para a concessão de benefícios dependem do mérito da "Proposta de Recuperação do Curso" (relevância, adequação, exequibilidade e grande comprometimento institucional). Duração de 48 meses, excluídas as bolsas. Solicitações até 15 de março.

• *estudantes convênio de pós-graduação*, que visa possibilitar a formação pós-graduada, em instituições brasileiras de ensino e pesquisa, de estudantes dos países da África, América do Sul e Caribe com os quais o Brasil mantém acordos culturais e científicos. Os candidatos devem ter concluído o curso de graduação e dominar o português. Duração para o mestrado de até 30 meses e de até 48 meses para o doutorado. Solicitações de março a julho.

• *reconhecimento de mérito para remessa de divisas ao exterior*, ao câmbio oficial, para estudantes brasileiros que realizam, com recursos próprios, cursos de pós-graduação fora do país. Estudantes estrangeiros com visto de residência no Brasil também podem solicitar a emissão desta declaração. Solicitações em qualquer época do ano.

A Capes mantém ainda outros programas de avaliação e credenciamento de cursos de pós-graduação e informação:

• *implantação de novos cursos*

de pós-graduação;

- acompanhamento e avaliação dos cursos de pós-graduação;
- credenciamento de cursos;
- coleta de dados dos cursos de pós-graduação;
- divulgação de informações sobre a pós-graduação; e
- boletim informativo da Capes.

Para mais informações, entre em contato com a Capes – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Ministério da Educação e do Desporto, Anexos I e II, 2º andar, CEP 70.047-900, Brasília/DF, Fones: (061) 214-8860 / 225-1645/321-5248. Fax: (061) 321-3072/225-2279/225-2350. Caixa Postal 1.055.

## FAPESP

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) mantém programa de bolsas de estudos e auxílio à pesquisa nas seguintes modalidades:

• *bolsas de iniciação científica*, para estudantes de graduação. Duração de um ano, renovável após análise do desempenho do bolsista. Solicitações em qualquer época do ano com antecedência de 75 dias do início do apoio.

• *bolsas de aperfeiçoamento no Brasil*, para recém-formados em curso superior que desejam desenvolver pesquisa. Duração máxima de um ano. Solicitações em qualquer época do ano com antecedência de 75 dias do início da atividade.

• *bolsas de mestrado e doutorado*, para alunos regularmente matriculados em programas de pós-graduação "stricto sensu". Os pedidos podem ser apresentados antes do término do curso precedente (graduação ou mestrado) e a apresenta-

ção dos comprovantes de conclusão é imprescindível para a concessão do apoio.

• *bolsas de pós-doutoramento*, para recém-doutor que deseja desenvolver pesquisa em instituição localizada em SP. A Fundação considera desejável que o pós-doutoramento não se realize junto ao mesmo grupo em cujo âmbito se tenha realizado o doutoramento do candidato. Duração máxima de um ano, com renovação por mais um ano dependendo do desempenho do bolsista. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência de 75 dias do início do apoio.

• *bolsas de pós-graduação no exterior*, para casos que em que não exista programa de doutoramento de bom nível no país. Duração de um ano, prorrogável até 4 anos. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência de 75 dias do início do apoio.

• *bolsas de pós-doutoramento no exterior*, para estágios em centros de pesquisa, concedida a pesquisador que tenha concluído seu doutoramento com bolsa da Fundação há mais de dois anos. Duração de um ano, renovável por mais um ano. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência de 75 dias do início do apoio.

• *auxílios à pesquisa (projeto individual)*, que financia material permanente e de consumo, nacional e importado, serviços temporários e especializados de terceiros, despesas de transporte, diárias e reparo de equipamentos. E ainda, para publicações científicas como livros, revistas, anais de eventos e artigos, quando não houver interesse de editoras comerciais. Duração de até 4 anos. Solicitações nos meses de jan/fev e jul/ago.

• *auxílio a projeto temático de equipe*, realizado cooperativa e articuladamente por uma equipe de, no mínimo, 2 pesquisadores e incluindo pós-graduandos ou estagiários, pessoal técnico administrativo e, sempre que possível, graduandos em fase de iniciação científica. Duração de até 4 anos. Solicitações nos meses de jan/fev e jul/ago.

• *auxílio para a vinda de pesquisador visitante*. Duração máxima de 1 ano. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência de 75 dias do início do auxílio.

• *auxílio para organização de reunião científica*, em SP e fora do Estado. Para os eventos em SP, são concedidos recursos para despesas gerais e para vinda de participantes de outras regiões do Estado, de outros estados e do exterior. Para reuniões em outros estados, o auxílio cobre apenas as despesas com participantes de São Paulo. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência mínima de 75 dias.

• *auxílio para a participação em reunião científica*, para pesquisadores ou bolsistas da Fundação. Para pesquisadores, o auxílio pode ser solicitado para eventos no país e no exterior. Para bolsistas, somente para eventos no país. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência de 75 dias.

Para mais informações, escreva à Fapesp: Rua Pio XI, 1.500. Alto da Lapa. CEP 05.468-901. São Paulo SP. Fone: (011) 831.3111. Fax: (011) 261.4167.

## FAPERJ

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) oferece bolsas

de formação, de pesquisa e de apoio à realização de eventos, sem data preestabelecida para entrada dos pedidos. As modalidades de bolsas de formação são as seguintes:

• *iniciação científica*, para alunos de graduação, cursando no máximo o penúltimo semestre. Duração de 1 ano, com possibilidade de renovação.

• *pré-mestrado*, para graduandos que visam ingressar no curso de mestrado. Duração de 6 meses, com possibilidade de renovação.

• *finalização de mestrado*, para conclusão de tese de mestrando com bolsa encerrada. Duração de 6 meses.

• *pré-doutorado*, para mestrandos que visam ingressar no doutorado. Duração de 6 meses, com possibilidade de renovação.

• *finalização de doutorado*, para conclusão de tese de doutorando com bolsa encerrada. Duração de 6 meses.

• *pós-doutorado no país*, que possibilita ao doutor dedicação exclusiva ao programa de pós-doutoramento. Duração de 6 meses.

As modalidades de bolsas de pesquisa são as seguintes:

• *apoio a projetos*, para técnicos, mestrandos ou doutorandos envolvidos em projetos de grande relevância técnico-científica. A duração depende do projeto.

• *fixação de pesquisador*, para pesquisador ou doutor sem vínculo empregatício com instituição de ensino e pesquisa na qual desenvolva projetos e com a qual pretenda estabelecer vínculo permanente. Duração de 1 ano com possibili-

dade de 4 renovações.

• *pesquisador visitante*, possibilita a pesquisador visitante permanecer em instituição sediada no Estado. Duração de 1 ano com prorrogação em caráter excepcional.

As bolsas especiais visam o apoio à realização de eventos de natureza científica e tecnológica e de interesse social e econômico do Estado cuja continuidade esteja comprometida pela falta de recursos financeiros.

Para informações adicionais, entrar em contato com Rui Pereira, diretor científico da Fundação, no seguinte endereço: FAPERJ/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. Av. Erasmo Braga, 118/6º andar. Centro CEP 20.020. Fone: (021) 242.0038. Fax: (021) 242.2453/8687.

## FAPEMIG

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) também mantém duas linhas de fomento e apoio às atividades de ciência e tecnologia: apoio à pesquisa científica e tecnológica e apoio à capacitação de recursos humanos para a pesquisa e à difusão de resultados da pesquisa científica e tecnológica. As modalidades são:

• *apoio individual à pesquisa*, para financiamento de projeto coordenado por pesquisador com vínculo empregatício, permanente ou transitório, de cooperação e intercâmbio formal com instituição de pesquisa ou de ensino e pesquisa com sede no Estado. Duração de até 2 anos. As solicitações podem ser encaminhadas à Fundação em qualquer data até a publicação do calendário para 95.

• *apoio institucional à pesquisa*, para financiamento de pesquisa desenvolvida por instituições do Estado. Duração de até 2 anos. As solicitações podem ser encaminhadas à Fundação em qualquer data até a publicação do calendário para 95.

• *organização de eventos*, excetuando-se cursos de qualquer espécie. Solicitações com antecedência de 75 dias do início do evento.

• *participação em congressos e reuniões de caráter científico e/ou tecnológico no país e no exterior*, para solicitantes que tenham vínculo com instituições de pesquisa do Estado. Solicitações com antecedência de 60 dias da realização do evento.

• *participação coletiva em eventos de caráter técnico e/ou científico*, realizados tradicional e periodicamente no País, constituindo-se em referência nas respectivas áreas de conhecimento. Os pesquisadores solicitantes devem ter vínculo com instituição de pesquisa do Estado. Solicitações com antecedência de 60 dias da realização do evento.

• *estágio técnico científico*, para intercâmbio de pesquisadores e técnicos em atividades de pesquisa e em programas de pós-doutoramento no País e no exterior. Para o pós-doutoramento no exterior, o título de Doutor deve ter sido outorgado há, pelo menos, 36 meses. Doutores que obtiveram o título no País, podem apresentar a solicitação a qualquer tempo. Duração de até 12 meses no País e de até 3 anos no exterior. Solicitações com antecedência de 60 dias do início do programa.

• *pesquisador visitante e bolsa de recém-doutor*, visando

contribuir, por período limitado, para a permanência de pesquisadores nacionais ou estrangeiros em centros de pesquisa ou ensino e pesquisa no Estado. Inclui-se nesta modalidade o auxílio temporário para incorporação de recém-doutor às equipes de pesquisa dos referidos centros. Duração máxima de 12 meses, renovável por igual período, e mínima de 30 dias. Solicitações com antecedência de 60 dias do início do plano de trabalho.

- *bolsa de iniciação científica e tecnológica*, para estudantes do 3º grau, através da participação orientada em projetos de pesquisa científica e tecnológica. Poderão ser concedidas até duas bolsas por ano para cada pesquisador com vínculo empregatício permanente ou transitório de cooperação e intercâmbio formal com instituição de pesquisa ou ensino e pesquisa do Estado. Duração de 12 meses, renováveis até o limite de duração do projeto de pesquisa. Solicitações até 31 de dezembro para implementação em 01 de março do ano subsequente e até 15 de junho para implementação em 01 de agosto do ano corrente.

- *complementação de bolsa no exterior*, para itens não contemplados por bolsa concedida por qualquer tipo de organismo ou instituição nacional, internacional ou estrangeira. Duração limitada ao período de concessão da bolsa pela instituição cofinanciadora. Solicitações com antecedência de 60 dias do início do curso.

- *bolsa complementar no País*, visando conceder a cursos de pós-graduação bolsas complementares às quotas de bolsas recebidas de outras fontes, como da Capes e do CNPq,

beneficiando alunos que não concluíram seus cursos no período de concessão de bolsas por estas agências financiadoras. A concessão não pode ultrapassar 2 bolsas de mestrado e 2 de doutorado, simultaneamente. Duração de até 6 meses. Solicitações em qualquer época do ano, com antecedência de 30 dias da implantação.

- *bolsa de aperfeiçoamento*, para graduados em cursos de nível superior, sem vínculo empregatício de qualquer natureza, visando sua participação em projeto de pesquisa executados com apoio da Fundação. Duração de até 18 meses. Solicitações segundo calendário para a apresentação de propostas de projetos de pesquisa.

- *bolsa de desenvolvimento tecnológico industrial*, para graduados sem vínculo empregatício, visando sua capacitação em atividades de investigação e de serviços técnico-científicos através da participação orientada em projetos de pesquisa executados com apoio da Fundação. Duração de até 12 meses, renováveis por igual período. Solicitações segundo calendário para a apresentação de propostas de projetos de pesquisa.

- *participação em convênios da Fapemig com outras instituições nacionais ou estrangeiras*, visando conceder auxílio complementar a pesquisadores que tenham obtido apoio parcial de outras instituições de intercâmbio e cooperação técnico-científica com as quais a Fundação mantenha convênios. Os interessados devem se informar sobre estes convênios que atualmente são mantidos pela Fapemig com o British Council e com o Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD). Duração de até

90 dias. Solicitações com antecedência de 60 dias do início do programa.

Para informações complementares, o endereço da Fapemig é: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. R. Raul Pompéia, 101/8º andar (central de atendimento). Bairro São Pedro. CEP 30.331-080. Belo Horizonte - MG. Fone: (031) 227-3019. Fax: (031) 227-3864.

## FAPERGS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul mantém programas de apoio à atividade científica nas áreas de formação de recursos humanos e fomento à pesquisa. As modalidades de formação de recursos humanos são:

- *bolsa de iniciação técnica*, para alunos de escolas técnicas do Estado com interesse e potencialidade para futura carreira profissional. Duração de 12 meses, renovável por igual período. Solicitações até 16 de dezembro.

- *bolsa de aperfeiçoamento técnico* de recursos humanos de apoio à pesquisa, através de estágios em universidades, escolas técnicas, empresas públicas e privadas e institutos de pesquisa do Estado. Os candidatos devem ter segundo grau completo e não ter vínculo empregatício com a instituição onde se desenvolverá a atividade. Duração de 12 meses, podendo ser renovada por mais 6 meses. Solicitações em qualquer época do ano.

- *bolsa de iniciação científica*, para alunos de graduação de instituições de ensino superior do Estado com interesse e potencialidade para futura carreira acadêmica. Duração de 8 meses, renovável sem ultrapassar a duração regular do

curso de graduação. Solicitações até 31 de outubro.

- *bolsa de aperfeiçoamento científico*, para participação em projetos de pesquisa em universidades ou centros de pesquisa do Estado de candidato graduado em curso de nível superior sem vínculo empregatício na mesma cidade ou região metropolitana onde vai usufruir a bolsa. Duração de 6 meses, renovável por igual período. Solicitações em qualquer época do ano.

- *bolsa de mestrado*, em cursos existentes no Estado, em áreas ainda não contempladas pelos órgãos financiadores. O candidato não deve receber remuneração decorrente de vínculo empregatício na mesma cidade ou região metropolitana onde vai usufruir a bolsa. Duração de 12 meses, renovável por igual período. Solicitações até 16 de dezembro.

- *bolsa de recém-mestre*, para pesquisadores sem qualquer vínculo empregatício que se proponham a desenvolver pesquisa e/ou ensino vinculado a programas específicos em instituições no Estado enquanto não iniciam seu doutorado ou prestem concurso. Duração de 6 meses, renovável por igual período. Solicitações em qualquer época do ano.

- *bolsa de doutorado*, em cursos existentes no Estado, em áreas ainda não contempladas pelos órgãos financiadores. O candidato não deve receber remuneração decorrente de vínculo empregatício na mesma cidade ou região metropolitana onde vai usufruir a bolsa. Duração de 12 meses, renovável até o limite de 48 meses. Solicitações até 16 de dezembro.

- *bolsa de recém-doutor*, sem

vínculo empregatício, que se proponha a desenvolver pesquisa e/ou ensino vinculado a programas específicos de instituições do Estado, enquanto não existam condições de realização de concurso ou contratação. Duração de 12 meses com possível renovação por igual período. Solicitações em qualquer época do ano.

As modalidades de fomento à pesquisa são:

- *participação em reuniões científico-tecnológicas, curso e estágios*, de curta duração no país ou no exterior, para pesquisador vinculado à instituição de ensino e/ou pesquisa do Estado. Solicitações com antecedência de 60 dias.

- *pesquisador visitante*, para doutores ou pesquisador com formação equivalente, vinculados às instituições nacionais ou estrangeiras. Duração de até 6 meses. Solicitações com antecedência de 60 dias do início da atividade.

- *recém-doutor*, para pesquisadores recém-titulados, possibilitando a oportunidade de iniciar projetos de pesquisa científico-tecnológicos em centros de atuação no Estado, integrando-se de imediato ao sistema de C&T. Duração de até 24 meses. Solicitações em qualquer época do ano.

- *taxas*, para o financiamento de mensalidades escolares na formação de recursos humanos em cursos de mestrado ou doutorado existentes no Estado, em áreas não contempladas pelos órgãos financiadores. Duração de 12 meses, renovável sem ultrapassar 24 meses para o mestrado ou 48 meses para o doutorado.

- *organização de eventos*, promovidos por pesquisadores

de universidades e instituições de pesquisa no Estado, associações de pesquisadores ou entidades profissionais. Solicitações com antecedência de 90 dias do início do evento.

Para mais informações, o endereço da Fapergs é: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul. DAB – Departamento de Auxílios e Bolsas. Av. Nilo Peçanha, 730/5º andar. Caixa Postal 1.646. CEP 90.470-000. Porto Alegre-RS. Fone: (051) 333.1444, r. 11 ou 18. Fax: (051) 332.5427 E-mail: dab@fapergs.br / mailserv@vortex.ufrgs.br.

### FAP-DF

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) concede financiamento total ou parcial para quatro modalidades de propostas:

- *apoio a projetos de pesquisa*, que se aplica a material permanente e de consumo nacional e importado, serviços temporários e especializados de terceiros, despesas de transporte e diárias. O material permanente adquirido com recursos do apoio, devem ser doados à instituição à qual o pesquisador ou equipe estiverem vinculados. A instituição deve garantir a manutenção e a disponibilidade do material permanente para a realização da pesquisa. Os pedidos podem ser encaminhados em qualquer época do ano.

- *organização de eventos*, para financiamento parcial de eventos científicos e tecnológicos, de caráter regional, nacional ou internacional, realizados em Brasília. O apoio inclui despesas de deslocamento, hospedagem, publicação de material de divulgação, edição de anais e serviços de tradução simultânea. A solicitação de

apoio deve ser enviada com antecedência mínima de 60 dias.

- *capacitação de laboratórios*, que visa proporcionar às instituições de pesquisa científica e tecnológica do DF oportunidade de manter atualizada e ampliar sua capacidade operacional. Inclui o financiamento da aquisição de equipamentos, peças de reposição, acessórios que permitam otimizar o equipamento e pagamento de serviços de terceiros destinados exclusivamente à melhoria dos equipamentos de pesquisa. Os prazos para apresentação de propostas são publicados em editais.

- *pesquisador visitante* destina-se a cobrir, parcialmente, despesas com intercâmbio de cientistas e técnicos, conforme convênio firmado com o Conselho Britânico, para a realização de pesquisas, conferências e seminários, envolvendo pesquisadores do DF e do Reino Unido. Os pedidos podem ser encaminhados em qualquer época do ano e tem prazo de análise de cerca de 75 dias.

Para mais informações, entre em contato com o prof. Roque de Barros Laraia, diretor técnico científico da FAP-DF. Fones: (061) 349-7060/7007. Fax: (061) 349-7565.

### FAPEMA

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (Fapema) oferece bolsas, auxílios a publicações, a eventos e a projetos de pesquisa. As bolsas são as seguintes:

- *bolsa de iniciação científica*, para alunos de graduação. Duração 1 ano, renovável enquanto durar o curso de graduação. Julgamento: junho a agosto e setembro a novembro.

- *bolsa de aperfeiçoamento com caráter de pré-mestrado*, para recém-graduados que pretendem dar continuidade ao seu programa de formação através da participação em projetos de pesquisa aprovados pela Fapema. Duração de 1 ano. Julgamento: junho a agosto e setembro a novembro.

- *bolsas de mestrado e doutorado*, no Maranhão e fora do Estado. Duração de um ano, admitindo uma renovação. Solicitação em qualquer época do ano com 75 dias de antecedência do início do auxílio.

- *bolsa de fixação de pesquisador*, em regime de dedicação exclusiva, que incentiva a permanência de pesquisador com nível de Doutor e, excepcionalmente, com título de Mestre, em instituições de pesquisa e ensino de pós-graduação no Estado. O pesquisador deve ter produção científica nos últimos 5 anos, divulgada em revistas especializadas, anais, exposições, seminários e encontros da comunidade acadêmica. Duração de 1 ano, admitindo-se duas renovações. Solicitação em qualquer época do ano com 75 dias de antecedência do início do auxílio.

- *bolsa especial de incentivo à pós-graduação e pesquisa*, visando qualificar recursos humanos do Estado para liderarem políticas e ações em ensino, tecnologia e ciência, implantando e consolidando os cursos de pós-graduação. Duração indeterminada. Solicitação em qualquer época do ano com 75 dias de antecedência do início do auxílio.

Os auxílios também contam com diversas modalidades e as solicitações podem ser encaminhadas em qualquer época do ano, com anteci-

dência mínima de 75 dias de seu início. As modalidades são:

- *auxílio à publicação*, que objetiva promover e estimular o desenvolvimento de bibliografia em todas as áreas do conhecimento, com a publicação de livros, artigos em revistas nacionais e estrangeiras sobre pesquisas financiadas pela Fundação, e periódicos. Duração indeterminada.

- *auxílio para pesquisador visitante*, viabilizando sua orientação e participação em trabalhos de pesquisa no Estado. O visitante deve ter grau de Doutor e publicações científicas na área nos últimos 2 anos. Duração de 90 dias.

- *auxílio para treinamento de pesquisador*, em assuntos julgados estratégicos, em instituições localizadas em centros mais desenvolvidos do País e do exterior. Duração de 90 dias.

- *auxílio para a apresentação de trabalho científico*, original e inédito, em congressos, seminários ou reuniões científicas de curta duração, realizada no País ou no exterior. O auxílio poderá ser concedido uma vez por ano para eventos realizados no País e uma vez a cada 2 anos para eventos no exterior.

- *auxílio para a realização de cursos e reuniões científicas* no Maranhão com conteúdo especificamente voltado para a pesquisa e o desenvolvimento do Estado. Poderá ser concedido um auxílio para cada pesquisador solicitante em cada ano.

- *auxílio para treinamento técnico*, que permite aperfeiçoamento de técnicos de apoio à pesquisa do Estado em assuntos considerados estratégicos. Duração de 90 dias.

Existem ainda os auxílios a projetos de pesquisa, com julgamento de junho a agosto e de setembro a novembro e duração de um ano:

- *auxílio a projeto integrado de pesquisa*, apóia de forma integrada o desenvolvimento de projetos com características de inovação científica e tecnológica. Este auxílio busca a geração de novos conhecimentos e a formação de recursos humanos altamente qualificados. Além disso, apóia projetos de pesquisa que integram auxílio financeiro e bolsas de aperfeiçoamento e iniciação científica, e equipes atuando num mesmo tema.

- *auxílio a projeto individual de pesquisa*, apóia de forma individual, o desenvolvimento de projetos com características de inovação tecnológica, que contribuem para a geração de novos conhecimentos e a formação de recursos humanos qualificados.

Para mais informações, escreva para a Diretoria Científica da Fapema: Rua do Egito, 173. Centro. CEP 65.010.130. São Luís, MA. Fone: (098) 222-3292.

## FACEPE

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe) oferece as seguintes modalidades de apoio à pesquisa, com solicitações durante todo o ano (com exceção da iniciação científica):

- *bolsa de pré-graduação*, que possibilita a estudantes talentosos oriundos de escolas do interior a conclusão do 3º ano do 2º grau em escolas do Recife, assim como propiciar condições materiais de ingresso em cursos universitários nas áreas de ciência e tecnologia.

- *bolsa cientista do futuro*, visando propiciar a estudantes aprovados nos primeiros lugares dos exames vestibulares, a familiarização com a pesquisa científica e tecnológica no Estado. Duração de um ano.

- *bolsa de iniciação científica*, para alunos de graduação. Solicitações até 30 de abril para início em 01 de agosto, e até 30 de novembro para início em 01 de março.

- *bolsa de aperfeiçoamento e pré-doutorado*, para graduados em curso superior ou portador de título de Mestre, que ainda não tenham se engajado na pós-graduação ou no doutoramento.

- *bolsa de finalização de mestrado e doutorado*, para estudante em fase final do programa em instituição do Estado, que ultrapasse o prazo de duração da bolsa do CNPq ou Capes, possibilitando finalizar sua dissertação ou tese.

- *bolsa de treinamento de técnico de apoio à pesquisa*, para técnicos de nível médio e estudantes de curso técnico profissionalizante, capacitando-os a apoiar trabalhos de grupos de pesquisa.

- *bolsa de fixação de técnico de apoio à pesquisa*, em instituição de pesquisa/ensino no Estado.

- *bolsa de fixação de pesquisador*, em instituição de pesquisa/ensino de pós-graduação no Estado.

- *auxílio/bolsa para pesquisador visitante*, para transporte e manutenção de pesquisador de alto nível em instituição situada no Estado.

- *auxílio para a realização de cursos e reuniões científicas*, cobrindo material de consumo,

serviços de terceiros, diárias e despesas de transporte.

- *auxílio para participação de pesquisador em congressos ou reuniões no País ou no exterior*, para pesquisador vinculado a instituição do Estado.

- *auxílio para treinamento de técnico de pesquisa*, em centros mais desenvolvidos situados no País ou no exterior.

- *auxílio para treinamento de pesquisador*, em centros mais desenvolvidos situados no país ou no exterior.

- *auxílio a projeto de pesquisa*, vinculados a instituições do Estado e sem fins lucrativos ou de parceria com empresas públicas ou privadas.

- *auxílio a projeto induzido*, em áreas estratégicas para o Estado e para a transferência de tecnologia.

Para informações adicionais, o endereço da Facepe é: Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco. Rua Benfica, 150. Madalena. CEP 50.750.410. Recife-PE. Fone: (081) 228-1988. Fax: (081) 228-4015.

Além destas Fundações estaduais, as do Acre (Funtac), Alagoas (Fapeal), Ceará (Funcap), Goiás (Funciteg), Mato Grosso do Sul (Fadect), Paraíba (Fapesq), Paraná (Concitec), Piauí (Fapepi) e Santa Catarina (Funcitec) também promovem o apoio à pesquisa ou estão em fase de implantação destes programas. Veja a seguir os endereços de algumas delas:

**Fapeal** - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. Rua Senador Mendonça, 148, 7º andar. CEP 57.020. Maceió-AL. Fones: (082) 326-1730 /2460. Fax: (083) 221-3377.

**Conciteg** - Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia de Goiás. Av. Goiás, 305. Goiânia-GO. CEP 74.005-010. Fones: (062) 241.6866/6581. Fax: (062) 229.3322.

**Fadect** - Fundo de Apoio e de Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul. Parque dos Poderes, bloco 3. CEP 79.031. Campo Grande-MT. Fone: (067) 726.4033. Fax: (067) 726.4038.

**Fapesq** - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba. Rua Emiliano Rosendo, s/n. Colina da Tecnologia, Botocongó. Campina Grande-PB. Fone/Fax: (083) 333.2600.

**Funcitec** - Fundo Rotativo de Fomento à Pesquisa Científica e Tecnológica. Rua Tenente Silveira, 94, 10º andar. CEP 88.010-300. Caixa Postal 1.444. Florianópolis-SC. Fone: (048) 223.1511. Fax: (048) 223.1253. Telex: 482.472.

## VITAE

O Programa Bolsas Vitae de Artes abrange, este ano, as áreas de Fotografia, Artes Visuais, Cinema e Vídeo. O valor do patrocínio fica entre US\$ 1.250 e US\$ 2.500 mensais, no período de 6 a 12 meses. Os projetos devem estar vinculados a programas institucionais ou à obtenção de títulos acadêmicos. Inscrições de junho a agosto.

O Programa Bolsas Vitae de Música apóia a realização de estudos e aperfeiçoamento em música erudita no Brasil e no exterior. As bolsas são oferecidas a músicos instrumentistas (exceto violão e teclados), cantores líricos e regentes de coro ou orquestra, com idade máxima de 35 anos. O valor do patrocínio é de US\$ 15.000, incluindo custos de viagem e

despesas vinculadas ao programa de estudos. O prazo de duração das bolsas vai de 6 a 12 meses, com possibilidade de prorrogação. No âmbito deste programa, Vitae concede ainda bolsas para a Academia da Orquestra Filarmônica de Berlim, a músicos instrumentistas, com idade máxima de 25 anos. Inscrições anualmente, de abril a junho.

O Programa de Cooperação Científico-Acadêmica entre Argentina, Brasil e Chile oferece patrocínio a projetos em todas as áreas do conhecimento, exceto nas áreas clínicas da Medicina, Veterinária e Saúde Pública. Os candidatos devem ser docentes e pesquisadores com, no mínimo, grau de doutor e estar vinculados a instituição de ensino ou centro de pesquisa sem fins lucrativos de qualquer um dos três países. O valor do patrocínio é de US\$ 10.000 para projetos binacionais e US\$ 15.000 para projetos trinacionais. Inscrições anualmente de novembro a abril.

Para mais informações, entre em contato com Marly Cardoso ou Nelson Andrade neste endereço: Vitae - Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. R. Oscar Freire, 379/5º andar. CEP 01426-001. São Paulo - SP. Fone: (011) 851.5299. Fax: (011) 883.6361. E-mail: vitae@brgapesp.bitnet / vitae@fppsp.fapesp.br.

## CONSELHO BRITÂNICO

O Conselho Britânico (British Council) oferece anualmente cerca de 30 bolsas de estudos para cursos, estágios e pesquisa na Grã-Bretanha, bem como outras 25 para o Programa de doutorado sanduíche, em convênio com a Capes e o CNPq. Além disso, administra aproximadamente 150 bolsas para agências do governo bri-

tânico ou internacionais. A seguir as principais modalidades de auxílio oferecidas pelo British Council:

- *Bolsas de Estudo British Chevening Awards do Foreign and Commonwealth Office (FCO)*, programa administrado pelo Conselho para o Ministério das Relações Exteriores Britânico (FCO), destina-se a brasileiros que tenham se sobressaído nas áreas industrial, comercial, financeira, política, social, jornalística, ambiental e jurídica. São oferecidos cursos de pós-graduação, mestrados, num período de 1 ano, e cursos de curta duração. São cerca de 70 bolsas para todo país. O auxílio cobre as taxas do curso, manutenção, compra de livros e passagens de ida e volta para bolsas com duração superior a seis meses. Estão incluídas nesse programa cerca de cinco bolsas financiadas conjuntamente pelo FCO e as seguintes Instituições: Pinheiro Neto Advogados (Direito), Shell do Brasil (Energia), Souza Cruz (Economia) e Universidade de Warwick (Direito Econômico Internacional). Os candidatos devem ter idade entre 25 e 40 anos.

- *Bolsas de Estudo do British Council*, com prioridade para inscrições em estudos de artes. São oferecidas cerca de 30 bolsas anualmente para todo o Brasil. O auxílio, com duração de dois a 12 meses, cobre as taxas do curso, manutenção e compra de material. Passagens aéreas não são cobertas pela bolsa. Os candidatos devem ter idade entre 25 e 35 anos.

- *Bolsas de Estudo da Confederação Britânica da Indústria (CBI)* propiciam a jovens engenheiros que trabalham na indústria a possibilidade de fazer estágio em companhias britânicas por um período entre seis e 12

meses. São oferecidas cerca de quatro bolsas anualmente para todo país. O auxílio garante a manutenção do bolsista e passagem de volta ao Brasil para bolsas com duração superior a seis meses. O candidato deverá ter experiência mínima de um ano na indústria, indicação do empregador e idade máxima de 35 anos.

Para se inscrever nestes programas é necessário ter diploma de curso superior, experiência profissional mínima de dois anos após a graduação, vínculo empregatício, bons conhecimentos da língua inglesa. A estadia da família não é coberta pelas bolsas. Inscrições anualmente, de maio a junho.

- *Programas de intercâmbio de curta duração*. O British Council contribui financeiramente para visitas de acadêmicos, cientistas e peritos britânicos ao Brasil, assim como de especialistas brasileiros à Grã-Bretanha para participar de conferências, ministrar cursos ou desenvolver outras atividades de caráter profissional. Além disso, o British Council também oferece na Grã-Bretanha cursos e seminários sobre diversos temas como meio ambiente, medicina, administração de atividades artísticas e ensino de língua inglesa.

- *Programa de apoio à pesquisa e pós-graduação*, que tem por objetivo propiciar o intercâmbio entre Universidades brasileiras e britânicas visando o fortalecimento ou criação de cursos de pós-graduação e o apoio à pesquisa. A duração máxima do projeto é de três anos. O British Council cobre as passagens do especialista britânico que vier ao Brasil e concede ao especialista brasileiro na Grã-Bretanha ajuda de custo para a estadia, cuja duração é normalmente de até

quatro semanas.

• *Programa de apoio a doutorado sanduíche*, visando propiciar a estudantes brasileiros de doutorado a oportunidade de fazer pesquisa numa Instituição no Reino Unido. O British Council cobrirá a taxa do curso e o CNPq ou a Capes irão se responsabilizar pela manutenção do bolsista e pelas passagens internacionais. Os candidatos deverão ter cursado pelo menos 1 ano de doutorado no Brasil. Serão oferecidas entre 20 e 25 bolsas anualmente, com duração máxima de 12 meses e mínima de um trimestre escolar. É dada preferência a áreas ligadas à Ciência e Tecnologia. As inscrições serão feitas simultaneamente no British Council e na Capes ou CNPq, pelo menos três meses antes da data de início dos trabalhos na Instituição britânica.

Para obter mais informações e formulários, escreva para o escritório do British Council em seu Estado:

**Brasília** (todos os Estados não atendidos pelos escritórios de Recife, Rio de Janeiro e São Paulo). SCR N 708/9, Bloco F, no. 1/3. CEP 70740-780. Brasília-DF. Caixa Postal 6104, CEP 70749-970. Fone: (061) 272-3060. Fax: (061) 272-3455.

**Recife** (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe). Av. Domingos Ferreira, 4150. Boa Viagem - CEP 51021-040. Recife - PE. Caixa Postal 4079, CEP 51022-970. Fone: (081) 326.6640. Fax: (081) 326.4880.

**Rio de Janeiro** (Espírito Santo, Minas Gerais). Rua Elmano Cardim 10. CEP 22291-040. Rio de Janeiro RJ. Caixa Postal 2237, CEP 20001-970. Fone:

(021) 295-7782. Fax: (021) 541-3693.

**São Paulo** (todo o Estado de São Paulo). Rua Maranhão 416, Higienópolis. CEP 01240-902, São Paulo-SP. Fone: (011) 826.4455/814.4155. Fax: (011) 66.3765/814.4308.

### SERVIÇO ALEMÃO DE INTERCÂMBIO ACADÊMICO

O Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (*Deutscher Akademischer Austauschdienst-DAAD*) desenvolve programas de bolsas de estudos em convênio com o CNPq, Capes, Fapemig, Fapergs, Faperj e Fapesp. Estas são suas principais modalidades de auxílio:

• *Programas de intercâmbio científico de curta duração*, que busca contribuir com a cooperação institucional entre grupos de pesquisa alemães e brasileiros. São atendidas todas as áreas do conhecimento. A duração da bolsa varia de um a três meses. O auxílio cobre a passagem aérea (paga pela agência do país de origem) e a mensalidade ou diária (paga pela Instituição anfitriã). Os candidatos devem ter doutorado, inclusão de trabalhos científicos em publicações internacionais, convite do anfitrião e apresentação de um plano específico de pesquisa. As inscrições podem ser feitas em qualquer época do ano, com antecedência mínima de três meses da data da viagem.

• *Bolsas de curta duração na República Federal da Alemanha para doutorandos brasileiros*, programa com participação da Capes, tem como objetivo facilitar aos alunos de doutorado brasileiros o acesso a laboratórios, técnicas de trabalho ou bibliotecas especializadas, não existentes no Bra-

sil. Bolsas com duração mínima de dois meses e máxima de seis meses, abertas a todas as áreas do conhecimento. Os candidatos devem estar inscritos num curso de doutorado de uma Universidade brasileira. O auxílio cobre passagens internacionais concedidas pela Capes, mensalidades no valor de DM 1.600 e seguro saúde, caso o bolsista esteja inscrito em uma universidade alemã. As inscrições podem ser feitas em qualquer época do ano com antecedência mínima de seis meses antes do início do programa.

• *Bolsas de estudo para doutorado ou especialização na República Federal da Alemanha*, concedidas a acadêmicos de qualificação especial, com notas acima da média, para estudos de pós-graduação em todas as áreas do conhecimento científico, bem como nas áreas de música e belas artes. O candidato deve ter idade máxima de 32 anos e 36 anos, no caso de doutorado sanduíche. O auxílio cobre passagens aéreas, manutenção e compra de material. As inscrições podem ser feitas anualmente, até 15 de março.

Para mais informações e para inscrever-se, procure o Escritório Regional do DAAD. Consulado da República Federal da Alemanha, rua Presidente Carlos Campos 417. CEP 22231-080. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 553-3296. Fax: (021) 553-9261.

### Consulados Gerais da República Federal da Alemanha:

**São Paulo/SP.** Av. Brigadeiro Faria Lima, 1385/12º andar. CEP 01451-000. Fone: (011) 814.6644. Fax: (011) 815-7538.

**Recife/PE.** Av. Dantas Barreto, 191/4º andar. CEP 50010-360. Fone: (081) 424.3488.

Fax: (081) 424.2666.

### INSTITUTOS CULTURAIS BRASIL-ALEMANHA (GÖETHE-INSTITUTE):

**Porto Alegre/RS.** Rua 24 de Outubro, 112. CEP 90460-000. Fone: (051) 222-7832. Fax: (051) 222-3354.

**Belo Horizonte/MG.** Av. Getúlio Vargas, 1300/7º andar. CEP 30112-021. Fone: (031) 261-4988. Fax: (031) 261-5655.

**Curitiba/PR.** Rua Reinaldo de Quadros, 33. CEP 80050-030. Fone: (041) 262.8244. Fax: (041) 262.9543.

**Brasília/DF.** SGAS 902, Conj. A - mod. C. CEP 70390-020. Fone: (061) 224.6773. Fax: (061) 224.6522.

**Salvador/Ba.** Av. Sete de Setembro, 1809. CEP 40080-002. Fone: (071) 237.0120. Fax: (071) 237.4743.

### FULBRIGHT

O programa de intercâmbio educacional e cultural do Governo dos Estados Unidos, amplamente conhecido como Programa Fulbright, já concedeu 223 mil bolsas de estudo, pesquisa e docência a cidadãos dos EUA e de outros 150 países participantes. No Brasil, como em outros 49 países, o programa é administrado por comissão binacional (Comissão Fulbright). As modalidades de apoio são:

• *formação docente*, em nível de mestrado, nos EUA, nas áreas de educação ambiental, ensino de Jornalismo e estudos dos Estados Unidos. Duração de 24 meses. Solicitações em maio.

• *International Fellowship Program*, para a transferência de tecnologia relevante ao desenvolvimento do Brasil, através de programas de mestrado em universidades norte-americanas. Duração de até

21 meses. Solicitações em fevereiro.

- *pesquisa de doutorado sanduíche*, que proporciona a estudantes de doutorado no Brasil a oportunidade de complementarem a pesquisa de tese em instituições norte-americanas. Duração de 6 a 12 meses. Solicitações segundo calendário da Capes e do CNPq.

- *pós-doutorado*, co-patrocinado pela Capes, CNPq e Fapesp. Duração de 3 a 12 meses. Solicitações conforme procedimentos das instituições co-patrocinadoras.

- *preservação e divulgação de bens culturais*, co-patrocinado pela Capes e Vitae, que contribui para a preservação e divulgação dos bens culturais no

Brasil, mediante treinamento de profissionais em instituições norte-americanas. Duração de 6 a 12 meses. Solicitações em maio.

- *bolsas Hupert H. Humphrey*, de aperfeiçoamento, para profissionais de planejamento administradores e executivos voltados para o serviço público, comprometidos com o desenvolvimento do país e de comprovado potencial de liderança. Duração de um ano acadêmico (agosto a junho). Solicitações em junho e julho.

- *bolsas para americanos (professores visitantes)*, que permite a programas de pós-graduação em áreas prioritárias e de reconhecida qualidade no país, além de programas de graduação em educação ambiental, estudos dos Estados

Unidos e jornalismo, convidarem professores com cidadania norte-americana a lecionar no Brasil. Duração de um semestre acadêmico, com possibilidade de extensão. Solicitações no ano anterior ao início da atividade.

#### **A Comissão Fulbright mantém ainda outras atividades, como:**

- *consultas educacionais*, para acesso a informações aos interessados em estudar ou pesquisar nos EUA. As consultas podem ser realizadas no escritório da Comissão no Rio e em outras 14 instituições em diversas cidades brasileiras.

- *Lecture Series*, que proporciona às instituições brasileiras a colaboração de bolsistas Fulbright (docentes e pesqui-

sadores norte-americanos) disponíveis no Brasil e na América do Sul, em atividades de curta duração como palestras, consultorias e reuniões.

- *passagens de cortesia*, patrocinadas pela empresa *American Airlines*, viabilizando atividades de intercâmbio acadêmico/profissional entre Brasil e EUA. Duração mínima de 10 e máxima de 90 dias. Solicitações no mínimo 30 dias antes da data prevista para a viagem.

Para mais informações, escreva à Comissão Fulbright: Av. Nossa Sra. de Copacabana, 690/12º andar. CEP 22.050-000. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 236-3187. Fax: (021) 255-4398. E-mail: fulbright@ibase.br.



**JORNAL DA CIÊNCIA HOJE**  
**O jornal do cientista brasileiro aqui e lá**  
**Assine pelo telefone (021) 295 6198**

**LEIA O JORNAL  
 BRASILEIRO  
 QUE FAZ MAIS  
 SUCESSO EM  
 QUEBEC, NO  
 CANADÁ**

Esta é a parede do quarto de Helene Ferreira da Silva, estudante brasileira de doutorado, bolsista do CNPq, na Universidade de Quebec. A foto foi enviada pela própria Helene como homenagem ao Jornal da Ciência Hoje.

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

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

**Editores:** Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRJ), Maria Elisa da Costa Santos (Secretária).

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

**Diretor:** José Monserrat Filho.

**Redação:** Marília Mendes Pessoa (Coordenação); Maria Ignez Duque Estrada e Cássio Leite Vieira (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzeig (internacional).

**Edição de Arte:** Claudia Fleury (Coordenação), Carlos Henrique Viviane dos Santos (diagramação), Luiz Baltar (desenhos).

**Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System) – Tel.: (021) 295-6198:** Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica).

**Administração:** Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Neuza Luiza de S. Soares, Rodolfo P. dos Santos.

**Atendimento ao Assinante:** Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva, Luciene de Santos Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 295-6198 / 270-0548.

**Depósito e Expedição:** Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Rua Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel.: (021) 270-0548.

**Colaboraram neste número:** Helena Londres (LNCC); Pedro M. Persechini (Inst. de Biofísica/UFRJ); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema).

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

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

**Sucursal Brasília:** Margareth Marmorí - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax: (061) 273-4780.

**Sucursal Recife:** Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luis Freire s/n°, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel. e fax: (081) 453-2676.

**Sucursal São Paulo:** Vera Rita Costa (jornalista), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (EPM), Celso Dal-Ré (IPT), Gláucio C. Lobão - Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, 3º andar, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05340-901, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-4192 / 814-6656.

Campus Universitário da Federação, CEP 40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novaes); **CE** - UFCE/Campus do Pici, CEP 60000-000 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 223-7012 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFPR, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 273-1029 (Tarcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 325-1711, r. 425, fax: (027) 335-2337; **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, Caixa Postal, 1331, CEP 86001 - Londrina, PR, tel.: (0432) 26-1525 r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luiz, MA, tel.: (098) 221-1354 (Maria Marlúcia Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077 r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte/UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UEPB, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000, r. 342/412, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Departamento de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/n°, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359 (Sérgio Machado Rezende); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1211, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Prota); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPelotas, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus Araújo); **PR** - Departamento de Biologia Celular e Genética/

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

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

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

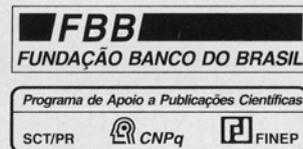
**Assinatura para o Brasil (11 números):** R\$ 50,00.

**Fotolito:** Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Gráfica JB S.A. **Distribuição em bancas:** M. Kistemberg Distribuidora de Jornais e Revistas Ltda. **ISSN-0101-8515.**

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

**Publicidade: Rio de Janeiro:** Irani F. Araújo, tel.: (021) 295-4846 / 295-6198, fax: (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.

**Assessoria de Imprensa:** Edna Ferreira (Nouvelle Comunicação e Produções Ltda.).



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

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

Regionais: **AC** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69000-900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/n°, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 223-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winston Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA,

UFPR, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tel.: (0442) 62-1478/26-2727, fax: (0442) 22-2754 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRN, Caixa Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-9763, fax: (084) 231-9048/9740 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus José Ribeiro Filho, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9408 (Célio José Borges); **RS** - UFRGS, Av. Paulo Gama, 110, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 336-0055 r. 6762 (Abílio Baeta Neves); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0536) 32-9122, fax: (0536) 32-8510; **Santa Maria** (seccional) - UFMS, Rua Floriano Peixoto, 1750, sala 315, CEP 97060, Santa Maria, RS, tel.: (055) 221-5829 (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacêuticas/CIF/CCS/Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Cláudia Maria Oliveira Simões); **SE** - Departamento de Letras/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331, r. 355 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia/Instituto de Biociências/USP, Caixa Postal 11461, CEP 05499-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 64-4746 (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Genética/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 33-0011, r. 126 (Giancarlo Conde Xavier Oliveira); **SP** - (subárea III, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dértia Viallha Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/n°, km 5, CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219/220, fax: (0163) 22-4275 (Aureo Evangelista Santana).

NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA, 70% DO TEMPO  
É DESPERDIÇADO. 30% DO MATERIAL É JOGADO FORA.  
NA MAIORIA DAS VEZES A TECNOLOGIA  
É ULTRAPASSADA E FALTA PLANEJAMENTO.

COM ESTA FERRAMENTA  
VOCÊ PODE MUDAR  
ESTA SITUAÇÃO.

MÃOS À OBRA.

PRÊMIO  
JOVEM  
CIENTISTA

*Qualidade e  
Produtividade  
na Construção Civil.*

<i>Categoria Graduados:</i>	<i>Categoria Estudantes:</i>
<i>1º Prêmio: R\$7.000,00</i>	<i>1º Prêmio: R\$2.500,00</i>
<i>2º Prêmio: R\$5.000,00</i>	<i>2º Prêmio: R\$1.500,00</i>
<i>3º Prêmio: R\$3.000,00</i>	<i>3º Prêmio: R\$1.000,00</i>

"Qualidade e Produtividade na Construção Civil" é o desafio proposto aos jovens talentos para resolver os problemas da Construção Civil como desperdício, falta de planejamento e outros. Os trabalhos devem conter pesquisas e estudos sobre desenvolvimento de materiais básicos, materiais de revestimento e isolamento, processos de construção com novas tecnologias, projetos arquitetônicos mais adequados, etc. Mãos à obra.

**Inscrições até 31 de março de 1995.**

Informações: CNPq (Prêmio Jovem Cientista) SEPN 507-B-70740-901  
Brasília-DF - (061)274.1155 ramal 222.



CNPq  
CONSELHO NACIONAL  
DE DESENVOLVIMENTO  
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



GERDAU



FUNDAÇÃO  
ROBERTO MARINHO

RENDE O MAIOR PERCENTUAL QUE VOCÊ JÁ VIU.

CADERNETA  
DE POUPANÇA  
**OURO**  
A poupança do Brasil.

Rende mais  
segurança,  
rende grandes  
investimentos  
na agricultura,  
rende uma  
enormidade  
para você e  
para o seu País.



**BANCO DO BRASIL**

Bom para você  
Bom para o Bra: