

Os Índios  
e a Música

# CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

Ano 1 nº 1 - julho/agosto de 1982 - Cr\$ 300,00

CUBATÃO:  
O QUE DIZEM  
OS CIENTISTAS



SB  
PC

OBSERVANDO OS VENTOS CÔSMICOS  
CÉREBRO, NEURÔNIOS E INFORMAÇÃO



# Na Lastri você nunca fica com um pé calçado e outro descalço.



Acabou aquela história de você precisar compor ali, gravar fotolitos acolá e imprimir sei lá onde. Na Lastri você fica calçado de tudo quanto é jeito.

Com o mais completo parque gráfico integrado, ela compõe, seleciona cores, grava fotolitos, rotofilmes e clichês, fornece matrizes para flexografia, tudo num só lugar.

Resultado: você economiza tempo e dinheiro, sem precisar correr de um lado para outro.

Por isso, entre de sola na Lastri. Com a alta qualidade que todo mundo já conhece e toda essa eficiência, você nunca vai ficar na mão.

Composição, Fotocomposição, Fotolettras, Fotomecânica, Clicheria, Fotolitos, Rotofilmes, Seleção de cores por computador, Impressão em offset, Cartuchos, Hot-stamping.

São Paulo: Rua Independência, 382. fone 278-1411 (PABX). Telex 35608 LIAG BR

Porto Alegre: fone (0512) 33-2238 - Rio de Janeiro: fones (021) 205-7946 e 205-8394 - Belo Horizonte: fone (031) 223-3142

Blumenau: fone (0473) 22-1474 - Campinas: fone (0192) 42-5083.



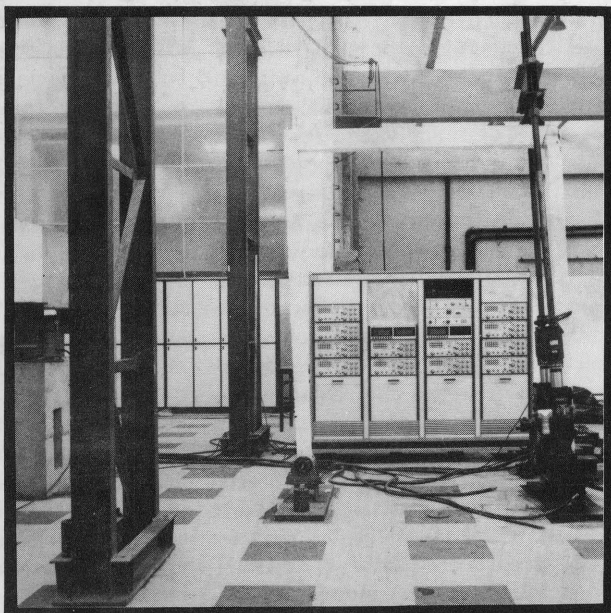
**LASTRI S.A.**  
INDÚSTRIA DE ARTES GRÁFICAS



# COPPETEC

PESQUISAS, PROJETOS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS

- Responsável pela interface COPPE/Governo, Empresas e Indústria
- Equipes multidisciplinares formadas por docentes, pesquisadores e técnicos da COPPE/UFRJ
- 300 Profissionais de nível superior
- Atuação em todas as áreas da engenharia
- Utilização dos laboratórios e equipamentos do Centro de Tecnologia
- Colaboração estreita com os grupos de pesquisa dos demais órgãos da Universidade
- Responsável pelo NIT – Núcleo de Inovação Tecnológica no Estado do Rio de Janeiro
- Atividades conjuntas com os principais institutos de pesquisa tecnológica do país
- Desenvolvimento de tecnologia nacional
- Atuação na absorção e transferência de tecnologia ao setor produtivo brasileiro
- Substituição de consultoria estrangeira
- Acesso aos principais órgãos de financiamento do Governo
- Mais de 1000 projetos realizados
- 10 anos de experiência em projetos com indústria e governo



## COPPE/UFRJ

### Endereço:

Cidade Universitária – Ilha do Fundão  
Centro de Tecnologia – bloco h – sala h-203  
Caixa Postal 68513 – ZC-00  
CEP 21910  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
telegramas COPPEUB-RIO



## NOVO GRUPO SANGÜÍNEO DESCOBERTO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DO RIO

O homem possui um grande número de grupos sangüíneos, além dos clássicos ABO e Rh, bem conhecidos devido à sua importância nas transfusões de sangue e na doença hemolítica do recém-nascido por incompatibilidade materno-fetal. Em 1950, na Inglaterra, foi descoberto no soro de um paciente, o senhor Duffy, o anticorpo antiDuffy (a), sendo o antígeno correspondente chamado de  $Fy^a$ . No ano seguinte foi encontrado o grupo antiDuffy (b) ( $Fy^b$ ).

Os indivíduos de origem europeia pertencem a três tipos diferentes: os que só possuem  $Fy^a$ , os que só possuem  $Fy^b$ , e os que possuem tanto  $Fy^a$  quanto  $Fy^b$ . Mas os indivíduos de raça negra, na sua imensa maioria, não possuem nem  $Fy^a$  nem  $Fy^b$ , e são por isso chamados de  $Fy(a-b^-)$ . Acredita-se que eles carregam uma dose dupla de um gene que não é capaz de produzir qualquer espécie de antígeno do grupo Duffy.

Recentemente, internou-se no Hospital Universitário da UFRJ uma paciente em cujo soro foi encontrado um anticorpo que reage preferencialmente às hemácias que não possuem antígenos Duffy, as  $Fy(a-b^-)$ , apresentando portanto um comportamento diferente de todos os grupos Duffy conhecidos até então.

Os professores Marcos Palatnik, Pedro Clóvis Junqueira e colaboradores, do Serviço de Hemoterapia do H.U., concluíram que se tratava de um novo grupo sangüíneo, que denominaram de Fs, sendo s a inicial do sobrenome

da paciente. Os estudos feitos no Rio de Janeiro foram confirmados no Centro de Pesquisas sobre o Sangue de Nova York, em trabalho de Palatnik com pesquisadores especializados nos grupos sangüíneos Duffy. O grupo Fs está presente em brancos e negros brasileiros, americanos e europeus, e ainda em outras raças, como nos indivíduos de uma tribo de pigmeus Babinga, da África Central.

Abre-se assim uma perspectiva de grande interesse teórico e prático, já que se sabe que as pessoas  $Fy(a-b^-)$  são resistentes à malária. O novo grupo sangüíneo poderá ter alguma importância para o estudo dos mecanismos de estabelecimento dessa infecção.

## PRÊMIO LAFI DE CIÊNCIAS MÉDICAS — 1981

Os mecanismos patogênicos que determinam o ataque do organismo doente por células produzidas por ele próprio constituem o tema do trabalho que recebeu o Prêmio Lafi de Ciências Médicas de 1981. Seus autores são Marcello A. Barcinski, Maria Ignez Gaspar e George Alexandre dos Reis, do Instituto de Biofísica da UFRJ. O prêmio, instituído pela Fundação Lafi, é outorgado por um júri nacional de ciências médicas.

O trabalho premiado é a comprovação experimental de uma hipótese cujas bases teóricas surgiram da colaboração entre Barcinski e o dr. Alan Rosenthal, dos Institutos Nacionais de Saúde dos EUA. Rosenthal havia demonstrado que o desenvolvimento da resposta celular a substâncias estranhas ao organismo presentes no sangue dependia de uma interação entre dois tipos de células

sangüíneas brancas, os macrófagos e os linfócitos.

Nessa interação, o macrófago “apresentava” o antígeno para que o linfócito o reconhecesse. Em outras palavras, o macrófago expunha o antígeno em sua superfície, de maneira que o linfócito fosse capaz de reagir a ele. A seguir, o dr. Rosenthal, em colaboração com E. Shevach, demonstrou que a interação entre essas duas populações celulares só ocorria quando as células participantes eram geneticamente idênticas.

Barcinski e Rosenthal, utilizando a molécula de insulina como antígeno, demonstraram detalhes da interação entre as células do sangue. A forma de exposição do antígeno a ser reconhecido depende do *genoma* da célula apresentadora (o conjunto de seu material genético). Como na molécula da insulina há duas porções que podem ser reconhecidas, a escolha daquela que será apresentada ao linfócito depende das características genéticas do macrófago apresentador.

Diante desses dados, Barcinski e seus colaboradores formularam a hipótese de que a maneira como os macrófagos de um dado indivíduo apresentam um antígeno seria função do patrimônio genético deste indivíduo, e decidiram então verificar se a forma de reconhecimento teria importância em certos mecanismos patogênicos que envolvem o ataque do sistema imunitário a substâncias originadas no próprio organismo.

O modelo escolhido foi o da infecção reumática do coração, que ocorre após a infecção de camundongos com certas bactérias. A doença, que também ocorre no homem, tem as seguintes características: 1) o sistema imunitário dos indivíduos doentes ataca seu próprio organismo; 2) há indivíduos sensíveis e indivíduos resistentes à doença, e essa proprie-

dade parece ser determinada geneticamente, e 3) existem linhagens de bactérias que são patogênicas e outras que não são.

A hipótese de trabalho prevê que, caso a forma de reconhecimento imunitário seja relevante nos mecanismos patogênicos, os macrófagos dos indivíduos afetados por esse tipo de infecção selecionariam as porções das macromoléculas da bactéria que seriam apresentadas a seus linfócitos. No caso de ser a bactéria patogênica, e sendo o indivíduo infectado geneticamente sensível à doença, os antígenos selecionados pelos macrófagos deveriam ser semelhantes a alguma molécula presente no coração do paciente. Desse modo, seus linfócitos, ao reconhecerem e reagirem ao antígeno apresentado, farão o mesmo com seu próprio coração, gerando-se então os fenômenos de auto-agressão característicos da doença. Por outro lado, se o indivíduo infectado for resistente à doença, seus macrófagos selecionariam antígenos sem essa dupla reatividade. O indivíduo produziria então uma resposta puramente antibacteriana, sem atacar seu próprio coração. Além disso, só seriam patogênicas as bactérias que possuíssem antígenos semelhantes aos presentes em estruturas cardíacas dos indivíduos suscetíveis à doença.

O trabalho demonstrou que a doença é transferida por linfócitos imunes e por macrófagos que só apresentam antígenos de bactérias patogênicas. Além disso, as experiências revelaram que os macrófagos que transferem a doença provocam o aparecimento de linfócitos capazes de reconhecer as estruturas cardíacas do camundongo. Resta agora demonstrar que uma linhagem de camundongos resistentes à infecção bacteriana tem macrófagos incapazes de apresentar os antígenos da bactéria patogênica.



# LINHA TS.

## Tecnologia nacional em terminais de vídeo compatíveis com meio mundo.

Os terminais TS, de padrão internacional, foram totalmente projetados, desenvolvidos e fabricados por técnicos brasileiros.

Microprogramáveis para qualquer sistema instalado no país, os terminais da Linha TS garantem alta confiabilidade e desempenho.

A Linha TS possui design moderno e funcional, minimizando consumo de energia e espaço permitindo fácil integração em qualquer ambiente.



# EBC

EMPRESA BRASILEIRA  
DE COMPUTADORES  
E SISTEMAS S.A.

Rua Fonseca Teles, 37  
CEP 20940 - Tel. 284-5697 - Rio  
TELEX (021) 32697 EBCP-BR



## PRODUÇÃO NACIONAL DE FIBRAS ÓPTICAS

Um sistema de telecomunicações ópticas será testado brevemente com a inauguração de um protótipo já instalado em Jacarepaguá, no Rio. Ele permitirá a transmissão de 480 ligações simultâneas entre duas centrais telefônicas e terá as vantagens de possibilitar ligações a distâncias maiores e a preços mais baixos. Caso necessário, o sistema poderá chegar, futuramente, a transmitir duas mil ligações simultaneamente.

O programa — que compreende o desenvolvimento de tecnologia para a utilização de fibras ópticas, laser e detectores ópticos no setor de comunicações — está sendo financiado pela Telebrás desde 1973. Executado no Instituto de Física da Unicamp e no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPD) da Telebrás, o projeto atingiu, em meados do ano passado, um estágio que permite a transferência à indústria nacional da tecnologia de fabricação de um tipo de fibra óptica chamada “índice gradual”.

Do ponto de vista de sua capacidade tecnológica, a indústria nacional poderia produzir todo o sistema dentro de um ou dois anos, mas a velocidade de absorção da tecnologia vai depender da capacidade do mercado. Enquanto isto não ocorrer, o CPD/Telebrás agirá como centro-piloto, produzindo os demais componentes do sistema em pequena escala.

A filosofia do programa abrange dois aspectos: a existência de um projeto a longo prazo de cooperação entre a universidade, a Telebrás e a indústria nacional, e a idéia de se aproveitar um momento de transição do mercado para implantar uma tecnologia nacional competitiva.

Os pesquisadores acreditam que a fibra óptica, já em produção em escala industrial, deverá atender às necessidades dos sistemas de comunicações ópticas

existentes pelos próximos dez anos, no mínimo. A principal matéria-prima para a fabricação de fibras ópticas de alta qualidade tecnológica é o quartzo, não em sua forma natural, mas em pó, fundido ou na forma de tetracloreto de silício.

Essas três transformações das lascas de quartzo requerem infra-estrutura tecnológica de alguma complexidade, mas acessível a grupos de pesquisa que trabalhem no campo. Em um futuro próximo, a importância das jazidas de quartzo para a produção de fibras ópticas será equivalente às das minas de cobre para o fabrico de fios convencionais de telecomunicações hoje usados.

## O NIÓBIO, METAL ESTRATÉGICO

A produção de nióbio superpuro por eletrólise e a construção de uma bobina supercondutora são os próximos projetos do Grupo de Baixas Temperaturas do Instituto de Física da Unicamp que, desde 1970, desenvolve pesquisas sobre a metalurgia física e a supercondutividade do metal, sua liga e seus compostos.

O Projeto Nióbio mantém convênios com várias universidades brasileiras, além de centros de pesquisa da Alemanha e do Japão, e vem sendo desenvolvido na cidade paulista de Lorena, onde um forno de feixe eletrônico de 300kW e capacidade de 40 toneladas/ano produz atualmente lingotes de nióbio metálico de 200 quilos.

Coordenador das pesquisas, o físico Oscar Ferreira de Lima lembra que o Brasil possui cerca de 80% das reservas mundiais do metal. Num futuro próximo, o nióbio deverá ser utilizado em maior escala nas indústrias aeroespacial, química e de reatores atômicos, como metal de estrutura e componente de ligas.

Há pouco tempo, o nióbio, que era conhecido por algumas de

suas propriedades físico-químicas, transformou-se em material estratégico devido às suas características criogênicas e de alta resistência aos ácidos fortes. Esta propriedade se presta à fabricação de ligas, com o nióbio entrando numa proporção suficiente para enriquecê-las com seus efeitos benéficos sem interferir nas propriedades mecânicas e de conformação.

Sob este enfoque, o Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia), da UFRJ, concluiu recentemente uma pesquisa encomendada pela Companhia Ferro e Aço de Vitória — Cofavi — e financiada pela Finep. A família de ligas testada — de ferro, nióbio, manganês e cromo, com um teor máximo de nióbio de 2% — apresentou resistência satisfatória à corrosão em ambientes marinhos e em meios alcoólicos.

Algumas das ligas apresentaram resistência à corrosão em meios alcoólicos equivalente aos aços inoxidáveis. A importância deste resultado deve ser ressaltada já que, no estágio atual do Programa Nacional do Alcool, toneladas e toneladas de chapas e tubos de aço inoxidável são anualmente substituídas ao final de cada safra.

Como subprodutos desta linha de pesquisa, são grandes as possibilidades da utilização de ligas de ferro, nióbio e manganês como aços-ferramentas para a confecção de matrizes para a moldagem de plástico ou para a fundição sob pressão de ligas de baixo ponto de fusão.

Essas possibilidades e outros assuntos de importância técnica e econômica no âmbito da produção nacional de aço serão discutidos no I Encontro de Tecnologia e Utilização dos Aços Nacionais, marcado para o período de 13 a 15 de outubro na UFRJ. Do encontro, patrocinado pela COPPE e pela Associação Brasileira de Metais, participarão dirigentes, empresários, engenheiros e pesquisadores.

## A TARTARUGA: FONTE DE PROTEÍNAS

A reprodução em cativeiro da tartaruga — animal que participa em grande escala da dieta alimentar das populações amazônicas e cuja carne tem o dobro de proteínas de seu similar bovino — como primeiro passo para estabelecer sua criação em fazendas na região e, num futuro mais distante, no Nordeste, é o principal objetivo de projeto em desenvolvimento pelo Departamento de Parques Nacionais e Reservas Equivalentes, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF).

Em outubro do ano passado foi instalado, como parte desta pesquisa que começou em 1978, o primeiro criadouro experimental de tartarugas, com 20 fêmeas e cinco machos, localizado na reserva biológica de Trombetas, no Pará. Trata-se de um pequeno lago, no centro do qual foi construída uma praia artificial para que os animais desovem, e com fruteiras nativas em suas margens, para sua alimentação.

Os estudos aproveitam, no rio Trombetas, uma área de cinco hectares e se interessam — além da biologia, ecologia e manejo dos animais — por seu comportamento na região, seu regime migratório, a incubação e a eclosão dos ovos.

A reprodução da tartaruga em cativeiro tem objetivos econômicos, uma vez que a carne do animal atinge, nos mercados de Belém e Manaus, o preço de mil cruzeiros o quilo. O projeto pretende, portanto, aumentar a produção desta carne, além de garantir a preservação de uma espécie ameaçada de extinção.

Comparada a outras carnes de largo consumo, a de tartaruga possui, em cada quilo, 86,35% de proteínas, contra 35,62% de um novilho de 450 quilos, 43,45% de um frango de um quilo e 800 gramas e 24,24% de um porco de 135 quilos.



## PRODUÇÃO DE INTERFERON NO BRASIL

A transferência de tecnologia fácil e barata para a produção de interferon humano — desenvolvida por pesquisa do Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Minas Gerais — permitirá o aumento da produção da droga, ainda em escala laboratorial, e, consequentemente, seu emprego em estudos e tratamentos clínicos.

De 1973, quando foi iniciado o projeto sob a coordenação do professor Romain Golgher, até hoje, sua produção foi triplicada. As pesquisas com o interferon humano derivado da placenta têm como objetivo, além de desenvolver tecnologia, o estudo de um tipo de droga ainda não explorado em países mais adiantados.

Há alguns anos, pesquisa-se o interferon derivado de glóbulos brancos — na Argentina, já é produzido em escala industrial —, de células da pele e, mais recentemente, de bactérias, através de técnicas de engenharia genética, em países como os Estados Unidos, a Inglaterra e o Japão.

O aumento da produção do interferon humano será possível graças ao convênio da UFMG com a Finep e o Fundo de Incentivo à Pesquisa do Banco do Brasil e permitirá, segundo o professor Romain Golgher, a realização de testes clínicos, a melhoria de qualidade do produto, a conservação do interferon e o desenvolvimento de trabalhos visando sua purificação. Ele acredita que, num futuro distante, será possível investigar melhor o efeito do interferon humano no tratamento do câncer.

Uma outra linha de pesquisa com o interferon vem sendo desenvolvida pelo Instituto de Biofísica da UFRJ, sob a coordenação do professor Moacyr Rebello, há seis anos. O grupo desenvolveu uma técnica para preparar o interferon em células de camundongo para estudos neste animal,

uma vez que a droga só age de uma célula para outra da mesma espécie.

O projeto da UFRJ preocupa-se com o mecanismo de replicação dos vírus, desenvolvendo um sistema de cultivo de células que, depois de infeccionadas, são submetidas a testes de verificação de alterações metabólicas. No momento, o grupo está examinando o vírus Marituba, descoberto na região amazônica.

## PROJETO CULTIVOS PIONEIROS

Há 40 anos, a soja, a menta e a pimenta-do-reino eram plantas quase desconhecidas no Brasil. De todas elas, o país tornou-se, em uma época ou outra, o maior produtor mundial. Estamos procurando novas sojas, novas mentas, novas pimentas-do-reino. Esta é a filosofia em que se fundamentou a criação do projeto *Cultivos Pioneiros*, numa estreita colaboração entre a SBPC e o CNPq.

A idéia se insere na de um projeto internacional, o *Programa Interciência de Recursos Biológicos* (PIRB), criado há alguns anos pela Sociedade Interciência, uma federação de Sociedades para o Progresso da Ciência de países do continente americano à qual se acha filiada também a SBPC.

O PIRB tem por objetivo identificar recursos biológicos ainda pouco conhecidos ou subutilizados, com potencialidade de se tornarem objetos economicamente interessantes para determinadas regiões ou países.

A sede do PIRB é a Colômbia, estando a Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia empenhada no sucesso do empreendimento. A par da elaboração do estudo de viabilidade, foram criados comitês a nível nacional com a tarefa de estudarem as possibilidades do projeto em cada um dos países participantes. Com este objetivo em mente, criou-se no Brasil o projeto *Cultivos Pioneiros*, cuja organização foi

confiada a um grupo de trabalho que se confunde com o comitê nacional brasileiro do PIRB.

Uma cuidadosa triagem resultou na seleção de 19 espécies de plantas nativas ou introduzidas consideradas promissoras para o eventual cultivo. Algumas delas já vêm sendo plantadas em pequena escala no país; outras carecem ainda de conhecimentos agrônômicos. Citamos, entre as mais interessantes:

**Guar** — Leguminosa nativa da Índia cujas sementes produzem uma goma de múltiplas aplicações, entre elas a indústria de alimentos, a fabricação de papel, o acabamento de produtos têxteis, a refinação de metais e lubrificação e condicionamento do solo em perfurações com sondas petrolíferas. Além da goma, as sementes encerram proteínas de alto valor, utilizáveis em rações para animais.

O guar já está sendo cultivado em certa escala na região norte do estado de Minas Gerais, por iniciativa da EPAMIG. O interesse por parte de empresas privadas vem sendo intenso.

**Jojoba** — Muito se tem falado, ultimamente, nesta planta quase milagrosa. Suas sementes encerram em elevada percentagem um “óleo” de características únicas (até hoje) no reino vegetal. Trata-se, na realidade, de uma cera líquida em tudo semelhante ao óleo do cachalote. Este óleo possui qualidades especiais de estabilidade, mesmo em condições extremas de temperatura e a altas pressões. É componente valiosíssimo de óleos lubrificantes e fluidos hidráulicos.

A jojoba é planta de regiões áridas, originária dos desertos do México e do sul dos Estados Unidos. Seu cultivo está sendo iniciado naqueles países, além do Egito, Japão e Israel. A produção, por ora, é mínima, mas o produto já encontra aplicação em artigos de cosmética e como aditivo para lubrificantes especiais. Suas potencialidades, porém, são enormes. Com o quase extermínio e a conseqüente proteção das baleias no mundo inteiro, haverá

mercado certo assim que quantidades maiores do óleo se tornarem disponíveis.

Experimentos com a jojoba já vêm sendo realizados no nordeste brasileiro pela Sudene, na Universidade Federal do Ceará e no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido da Embrapa, em Petrolina (PE).

**Caá-enhém** — É o nome indígena da já famosa *Stevia*, nativa do Paraguai e Mato Grosso do Sul. É fonte do esteviosídeo, uma substância de forte poder adoçante já em uso no Japão. Plantios iniciais já existem nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. A Finep está financiando um grande projeto de pesquisa agrônômica e tecnológica, com participação do Instituto Agrônômico de Campinas, do ITAL, do Instituto de Botânica de São Paulo e da Universidade de Maringá.

**Pupunha** — Palmeira amazônica produtora de frutos em grandes cachos. Planta de cultura indígena, de grande variabilidade, pode oferecer óleo comestível, excelente palmito e, por cozimento dos frutos, alimento saboroso e nutritivo. Seu cultivo é objeto de importante estudo no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.

**Piretro** — Planta fornecedora de piretrinas, inseticidas de grande consumo mundial. Já houve em outra época a cultura do piretro no Rio Grande do Sul, atividade que hoje está totalmente abandonada. Apesar da existência de análogos sintéticos, o mercado ainda é grande para o produto de origem natural.

Estes são alguns exemplos. O projeto pretende levar seu estudo até as últimas conseqüências. Desta forma, seus objetivos incluem: a identificação e eventual desenvolvimento de variedades; pesquisa econômica dos usos potenciais; análises nutricionais, quando se trata de espécies alimentícias; estudo do desempenho agrônômico e otimização cultural e, finalmente, o fomento junto aos plantadores e a necessária atividade promocional.



## APRESENTAÇÃO

*Ciência Hoje* é a revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Tem a intenção de manter aberto um canal de comunicação direta entre a comunidade científica e o público leitor, intenção que reflete e acompanha a crescente preocupação das associações científicas — em particular a SBPC — e da própria ciência brasileira com seu papel em nossa sociedade.

É pouco corrente entre nós a divulgação científica. Não se encontra ainda um veículo de circulação ampla que se preocupe especificamente com a difusão da produção científica brasileira. *Ciência Hoje* pretende publicar basicamente artigos escritos pelos próprios cientistas. O esforço nesse sentido não será pequeno: os cientistas ainda não estão habituados a escrever para leigos, e cada vez mais abreviam suas formas de expressão, pelo uso quase obrigatório de uma linguagem carregada de jargão e de fórmulas, dirigida ao público restrito dos especialistas de sua área de pesquisa. O processo utilizado por *Ciência Hoje* é o do trabalho conjunto entre o cientista e o jornalista. Assim, a elaboração deste primeiro número reflete também o início da procura de uma linguagem devidamente acessível, sem prejuízo da qualidade científica do conteúdo. Da mesma forma se explica a ênfase atribuída à ilustração.

*Ciência Hoje* deverá, portanto, servir para que o cientista brasileiro possa se desincumbir de responsabilidades que lhe cabem, como a de fornecer à sociedade uma descrição inteligível de sua atividade criadora e a de colaborar no esclarecimento de questões técnicas e científicas de interesse geral. Não pretendemos ter encontrado a forma, ou a fórmula, de um veículo de divulgação científica, multidisciplinar,

com a participação de cientistas de todo o país. Mas pretendemos fazer um esforço de procura nessa direção.

*Ciência Hoje* pretende atender à nossa curiosidade. É da curiosidade que nascem as perguntas que impelem os homens para novos campos, novas descobertas, novos progressos, e é privilégio do cientista desfrutar plenamente desse impulso básico. O processo pelo qual se faz a ciência, no dia a dia dos laboratórios, na busca de respostas para as permanentes perguntas, é também assunto de *Ciência Hoje*. Neste particular, *Ciência Hoje* tem um papel desmistificador. Em *Ciência Hoje*, o cientista é uma pessoa comum, educada para o fim específico de encontrar na natureza e na sociedade as respostas para suas indagações. O cientista de hoje é um cidadão participante, comprometido com o ambiente em que vive.

*Ciência Hoje* tem compromisso com a democratização da cultura e, em particular, da ciência. Só com a divulgação do conhecimento, na forma de dados e informações confiáveis, colocados à disposição do público através de todos os meios de comunicação, será possível aumentar seu poder de análise crítica independente e tornar efetivo seu potencial de influência no processo que determina os caminhos para a sociedade como um todo.

Com esta publicação, a SBPC se dispõe a preencher um espaço vazio em nosso ambiente cultural, demonstra sua intenção de, mais uma vez, estimular os cientistas brasileiros a assumirem uma posição social mais generosa, e cumpre seu objetivo de incentivar o interesse do público em relação à ciência e à cultura.

Os Editores.

## O que é a SBPC

A SBPC tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional; promover a cooperação entre pesquisadores; defender a liberdade de pesquisa e opinião; congrega pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; incentivar e estimular o interesse do público em relação à ciência e à cultura. Fundada em 8 de junho de 1948 por um pequeno grupo de cientistas, hoje reúne

mais de 17.000 associados, e em suas reuniões anuais são apresentados cerca de 2.500 trabalhos científicos e realizados 250 mesas-redondas, cursos e conferências. Através de suas Secretarias Regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

## As publicações da SBPC

A SBPC edita desde 1949 a revista *Ciência e Cultura*, mensal desde 1972. Suplementos desta revista são publicados durante as reuniões anuais, contendo os resumos dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a Sociedade tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios e reuniões que organiza periodicamente.

## Como associar-se à SBPC

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestam interesse pela ciência. Para isso, basta ser apresentado por um sócio ou secretário regional e preencher um formulário apropriado. A filiação somente é efetivada após a aprovação da diretoria e dá direito a receber a revista *Ciência e Cultura* e obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*.



# ÍNDICE

## APRESENTAÇÃO

|                                                                                                                                                             | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>CUBATÃO: UMA TRAGÉDIA ECOLÓGICA</b>                                                                                                                      |      |
| Reportagem sobre problemas ambientais que afetam Cubatão, com um dossiê de estudos científicos relacionados ao tema                                         | 10   |
| <b>ORIENTAÇÃO MAGNÉTICA</b>                                                                                                                                 |      |
| Descrição de pesquisas com bactérias e algas que se orientam pelo campo magnético terrestre                                                                 | 25   |
| <b>FORÇA ESTRANHA</b>                                                                                                                                       |      |
| O papel do futebol na sociedade: os valores a ele associados, a torcida, a seleção brasileira                                                               | 32   |
| <b>POR QUE OS ÍNDIOS CANTAM?</b>                                                                                                                            |      |
| A música nas sociedades indígenas brasileiras como fator de organização social e em cerimônias de cunho religioso                                           | 38   |
| <b>MUSEU GOELDI</b>                                                                                                                                         |      |
| Perfil do Museu Paraense Emílio Goeldi, importante instituição brasileira de estudos sobre a Amazônia                                                       | 42   |
| <b>CEM BILHÕES DE NEURÔNIOS</b>                                                                                                                             |      |
| As células que compõem o sistema nervoso e seu desempenho na transmissão de impulsos ao cérebro                                                             | 47   |
| <b>VENTO SOLAR E VENTOS ESTELARES</b>                                                                                                                       |      |
| Os fluxos de partículas que percorrem o espaço interplanetário e interestelar                                                                               | 54   |
| <b>POTENCIAL DE CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA</b>                                                                                                     |      |
| Com base no Censo de 1980, projeções do possível crescimento da população do país                                                                           | 58   |
| <b>A REFORMA UNIVERSITÁRIA EM QUESTÃO</b>                                                                                                                   |      |
| As opiniões do presidente da Associação Nacional de Docentes do Ensino Superior e do sociólogo Simon Schwartzman sobre a reforma da Universidade Brasileira | 70   |

## SEÇÕES

|                     |    |
|---------------------|----|
| TOME CIÊNCIA        | 2  |
| TECNOLOGIA          | 4  |
| DOCUMENTO           | 8  |
| HUMOR               | 53 |
| RESENHAS DE LEITURA | 75 |
| PERFIL              | 77 |
| É BOM SABER         | 79 |

# EXPEDIENTE

Publicada bimestralmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Redação e Secretaria: Avenida Wenceslau Braz 71, fundos, Casa 27, CEP 22.290 — Telefone: 295-9443, Rio de Janeiro, RJ.

### Jornalista Responsável:

Argemiro Ferreira

### Editor de Texto:

Sergio Flaksman

### Editor de Arte:

George B. J. Duque Estrada

### Secretária:

Zelia Freire Caldeira

### Conselho Editorial:

Alberto Passos Guimarães Filho, Darcy Fontoura de Almeida, Ennio Candotti, Roberto Lent (Editores); Alzira Alves Abreu, Angelo Barbosa Machado, Antonio Cesar Olinto, Henrique Lins de Barros, José Monserrat Filho, José Reis, Maria Isaura Pereira de Queiroz, Oswaldo Frota Pessoa, Otavio Velho, Pedro Malan, Reinaldo F. N. Guimarães, Rui Cerqueira.

### Conselho Científico:

Antonio Barros de Ulhoa Cintra, Antônio Cândido de Melo e Souza, Carlos Chagas Filho, Carolina Bori, Crodowaldo Pavan, Dalmo Dallari, Darcy Ribeiro, Eli-

saldo Carlini, Fabio Wanderley Reis, Fernando Gallembeck, Francisco Weffort, Gilberto Velho, Herbert Schubart, José Antônio F. Pacheco, José Antônio Seixas Lourenço, José Goldemberg, José Ribeiro do Valle, Leopoldo Nachbin, Luiz Martins, Luiz Rodolpho R. G. Travassos, Maurício Mattos Peixoto, Mauricio Rocha e Silva, Miguel R. Covian, Moisés Nussenzweig, Newton Freire Maia, Oscar Sala, Oswaldo Porchat Pereira, Octávio Elísio Alves de Brito, Telmo Silva Araújo.

### Colaboraram neste número:

Bernardo Kucinski, Lúcio Flávio Pinto e Régis Farr (texto); Vilma

Gomez e Jenny Raschle (ilustração); Henrique Lisboa e Valmir Pinto Ferreira (arte-final); Clube da Criação e Caio Domingues e Associados Publicidade (apoio cultural).

### Assinaturas

Brasil: um ano ..... Cr\$ 1.800,00  
Exterior: Consultar a Secretaria

Produção Industrial a cargo da Lastri Artes Gráficas S.A. Rua da Independência 186 - São Paulo - S.P.

Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).



# Cientistas adverte para a Catástrofe Nuclear

As condições de vida na Terra depois de um conflito nuclear seriam tão precárias que a única esperança que resta à humanidade é evitar qualquer tipo de guerra atômica. Esta foi a conclusão a que chegaram cientistas e especialistas de várias partes do mundo reunidos em outubro de 1981 sob a presidência do cientista brasileiro Carlos Chagas, da Academia Pontifícia de Ciências.

Na sede da Academia, em Roma, o grupo examinou as consequências do emprego de armas nucleares para a saúde e a sobrevivência da humanidade. Além do presidente, era integrado pelas seguintes personalidades: E. Amaldi, da Itália; N. Bochkov, da URSS; L. Caldas, do Brasil; H. Hiatt, dos EUA; R. Latarjet, da França; A. Leaf, dos EUA; J. Lejeune, da França; L. Leprince-Ringuet, da França; G. B. Marini - Bettolo, da Itália; C. Pavan, do Brasil (presidente da SBPC); A. Rich, dos EUA; A. Serra, da Itália, e V. Weisskopf, dos EUA.

Transcrevemos abaixo a declaração, publicada no *O Correio da UNESCO* de maio de 1982, que contém a série de pontos básicos debatidos e aprovados por unanimidade na reunião dos cientistas:

*As recentes declarações segundo as quais se pode ganhar uma guerra nuclear e até sobreviver a ela denotam uma apreciação defeituosa da realidade médica. Toda guerra nuclear propagaria inevitavelmente a morte, a doença e o sofrimento em proporção e escala gigantescas e sem nenhuma possibilidade de intervenção médica eficaz. Isso nos leva à mesma conclusão a que chegaram os médicos a respeito das epidemias letais que a humanidade já experimentou: só a prevenção permite manter o controle da situação.*

*Ao contrário do que geralmente se pensa, hoje temos um conhecimento razoável da extensão da catástrofe que acompanharia o emprego de armas nucleares; e conhecemos também os limites exatos da assistência médica. Se esse conhecimento fosse divulgado em todo o mundo, aos povos e aos governos, isso poderia contribuir para o fim da corrida armamentista e, conseqüentemente, para evitar o que bem poderia ficar sendo a última epidemia de nosso planeta.*

*As devastações causadas pelas bombas em Hiroxima e Nagasaki nos fornecem elementos para avaliarmos as conseqüências de uma guerra nuclear. Mas temos também o apoio de estimativas teóricas. Há dois anos um organismo oficial sério publicou os resultados de um estudo sobre os efeitos de um ataque nuclear em cidades da faixa de dois milhões de habitantes. Se no centro de uma dessas cidades explodisse uma arma nuclear de um milhão de toneladas (a bomba de Hiroxima tinha uma potência aproximada de 15.000 toneladas de explosivos), o resultado seria a devastação em uma zona de 180 km<sup>2</sup>, 250.000 mortos e 500.000 feridos graves. Entre esses últimos devem ser incluídos os que sofreriam ferimentos causados por deslocamento de ar, como fraturas e lesões graves do tecido epitelial, queimaduras da pele e da retina, lesões do aparelho respiratório, danos causados pela radiação, com síndromes agudas e efeitos retardados.*

*Mesmo nas melhores condições, os cuidados médicos necessários ao tratamento desses feridos exigiriam um esforço inimaginável. O estudo calcula que, se numa dessas cidades atingidas ou em seus arredores houvesse 18.000 leitos de hospital, apenas 5.000 ficariam em condições de ser utilizados. Assim, apenas cerca de 1% dos feridos*

*teriam condições de ser hospitalizados; e é preciso lembrar também que ninguém estaria em condições de prestar assistência médica sequer a uma parcela mínima das vítimas de queimaduras graves, de radiação ou de quedas com esmagamento.*

*A incapacidade de assistência médica torna-se evidente quando se pensa em tudo o que seria necessário ao tratamento das vítimas de lesões graves. Basta-nos citar o caso de um jovem de 20 anos vítima de queimaduras em conseqüência da explosão do tanque de gasolina do carro que dirigia. Enquanto ele esteve hospitalizado na unidade de queimaduras graves de um hospital de Boston, recebeu 140 litros de plasma e 147 de glóbulos vermelhos recém-congelados, 180ml de plaquetas e 180 de albumina. Foi submetido a seis operações para fechar ferimentos que abrangiam 85% da superfície do corpo, com o implante de diferentes tipos de enxertos, inclusive de pele artificial. Enquanto esteve no hospital, esse jovem teve de ser mantido com respiração artificial; e apesar desses e de outros recursos excepcionais, que existiam em uma das instituições hospitalares mais famosas do mundo, o paciente morreu no 33.º dia de hospitalização. O médico responsável pelo caso comparou as lesões do paciente às que foram descritas por muitas vítimas de Hiroxima. Se 40 pacientes com lesões semelhantes se apresentassem ao mesmo tempo em todos os hospitais de Boston, a capacidade médica da cidade não seria suficiente para atendê-los. Imaginemos então o que aconteceria se, ao lado das milhares de pessoas feridas, a maioria das instalações médicas de urgência estivessem destruídas.*

*Um médico japonês, o prof. M. Ichimaru, testemunha visual dos efeitos da bomba de Nagasaki, publicou um relato do que viu: "Tentei ir para minha escola de medicina de Urakami, a 500 metros do hipocentro. Cruzei com muitas pessoas que voltavam de Urakami. Tinham as vestes em frangalhos, e dos corpos pendiam tiras de pele. Pareciam fantasmas de olhar vazio. No dia seguinte consegui entrar em Urakami a pé, e tudo o que eu conhecia lá havia desaparecido, só restando as estruturas de ferro e cimento dos edifícios. Havia cadáveres por toda parte. Em cada esquina havia uma tina com água para apagar incêndios causados pelos bombardeios aéreos. Numa dessas tinas, em que mal cabia uma pessoa, vi o corpo de um homem que procurara desesperadamente mergulhar em água fria. Ele estava morto, e de sua boca saía espuma. Não posso esquecer o choro das mulheres nos campos devastados. Quando cheguei perto da escola, vi corpos negros carbonizados, com pontas brancas de ossos aparecendo nos braços e pernas. Alguns ainda estavam vivos, mas não conseguiam se mexer. Os mais fortes estavam tão esgotados que se deixavam ficar largados no chão. Falei com eles, eles achavam que iam ficar bons, mas duas semanas depois tinham todos morrido. Não posso esquecer a maneira como me olharam, e ainda escuto as vozes deles..."*

*Não devemos esquecer que a bomba solta em Nagasaki tinha a potência de cerca de 20.000 toneladas de TNT, pouco mais do que as chamadas "bombas táticas" destinadas a campos de batalha.*

*Mas nem esses quadros medonhos bastam para dar uma idéia do desastre que seria para a população o ataque a um país por uma arma do arsenal nuclear moderno, com seus milhares de bombas de um milhão de toneladas ou mais. Os sofrimentos da população sobrevivente*



não teriam paralelo. As comunicações, o abastecimento de víveres e de água ficariam totalmente interrompidos. Nos primeiros dias, os sobreviventes que se aventurassem fora de suas casas para prestar ajuda às vítimas correriam graves riscos de receber radiações mortíferas. O transtorno social resultante de um tal ataque seria inimaginável.

A exposição a altas doses de radiação baixaria a imunidade do organismo a bactérias e vírus e abriria caminho a toda sorte de infecções. A radiação causaria lesões cerebrais irreversíveis e deficiência mental em muitos nascituros. A incidência de câncer nos sobreviventes aumentaria grandemente. As lesões genéticas que ocorressem seriam transmitidas a gerações futuras.

Por sua vez, grandes extensões de terras e florestas ficariam contaminadas, o que aconteceria também com o gado, reduzindo assim os recursos alimentares - para não falar na provável ocorrência de muitos outros efeitos biológicos e até geofísicos danosos, cuja natureza precisa não podemos prever por falta de informação adequada.

Mesmo um ataque nuclear concentrado apenas em instalações militares seria devastador para todo o país, isso porque as instalações militares não ficam reunidas em algum ponto, mas espalhadas por toda parte. Muitas armas nucleares seriam explodidas, a radiação seria levada longe pelos ventos naturais e pelas perturbações atmosféricas, mataria grande número de pessoas e contaminaria vastas extensões. Nenhuma nação teria recursos médicos suficientes para atender satis-

fatoriamente os sobreviventes. Um exame objetivo da situação médica subsequente a uma guerra nuclear só conduz a uma conclusão: o único recurso é a prevenção.

Mas as conseqüências de uma guerra nuclear não são apenas as de natureza médica; porém só essas nos forçam a pensar na lição inofismável da medicina contemporânea: quando o tratamento de uma doença é ineficaz, ou quando os custos do tratamento são muito altos, é melhor apelar para a prevenção. Ambas essas condições se aplicam aos efeitos de uma guerra nuclear. O tratamento seria praticamente impossível, e os custos seriam insuportáveis. Haverá argumento mais forte em prol de uma estratégia preventiva?

A prevenção de qualquer doença requer um plano eficaz. E nesse caso o plano deve não só evitar uma guerra nuclear mas também preservar a segurança. Nossos conhecimentos e credenciais de cientistas e de médicos não nos autorizam a opinar doutamente sobre as questões de segurança; mas se autoridades políticas e militares basearam seus planos estratégicos em premissas erradas quanto aos aspectos médicos de uma guerra nuclear, sentimos que temos responsabilidade no assunto. Precisamos alertar essas autoridades e o povo em geral para o quadro clínico real que se formaria após um ataque nuclear e para a impossibilidade de solução médica para os problemas decorrentes. Se ficarmos calados, corremos o risco de trair a nós mesmos e a nossa civilização.



## A Cobra apóia os cobras da ciência brasileira

Agora você conta com um poderoso aliado para desenvolver suas pesquisas. O microcomputador COBRA 305 possui um compilador FORTRAN e uma biblioteca científica, que colocam à sua disposição as melhores ferramentas de tratamento de dados, com a rapidez e precisão adequadas. O COBRA 305 pode ser instalado no laboratório, biblioteca ou sala de trabalho, colocando ao seu alcance imediato resultados que antes

demoravam horas ou dias. Você não vai mais depender de um computador remoto e inacessível para avaliar os resultados de cada teste, comparar dados de diversas experiências ou armazenar informações bibliográficas. E vai encontrar muitas tarefas novas em que seu micro poderá lhe ajudar. Mas, se você trabalha com grandes volumes de dados, use o COBRA 305 como terminal de um computador de maior porte.

Está declarada assim a independência da comunidade científica brasileira. Nada mais de equipamentos caros e importados. A COBRA, apresenta agora uma solução brasileira para os seus problemas de processamento.

**COBRA 305: SOLUÇÃO BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA.**



**Cobra Computadores e Sistemas Brasileiros S/A**

Filiais: RIO - (021) 265-7552 - BRASÍLIA - (061) 226-5698 - SÃO PAULO - (011) 826-3678 - PORTO ALEGRE - (051) 232-7111



# CUBATÃO

## UMA TRAGÉDIA ECOLÓGICA





A primeira grande batalha ecológica nacional já está sendo travada e dela poderá depender o rumo da questão ambiental no Brasil por muitos anos. Seu cenário é o município de Cubatão, baixada litorânea com 148 quilômetros quadrados, entre o porto de Santos e a Serra do Mar, região de mangues e alagados ocupada, na sua parte firme, por 23 indústrias gigantescas, que sozinhas contribuem com 2,6% de todo o Produto Interno Bruto brasileiro (26,44 trilhões de cruzeiros em 1981).

Bernardo Kucinski\*

Das indústrias de Cubatão saem o aço, os fertilizantes e muitos dos produtos químicos de base que alimentam o poderoso complexo agroindustrial de São Paulo. E saem, também, jogados na atmosfera, um milhão de quilos de poluentes por dia, entre os quais alguns dos mais nocivos ao homem e o meio ambiente. Dezenas de poluentes são despejados nas águas do estuário, e 20.000 toneladas de resíduos sólidos acumulam-se a cada ano nos "lixões" a céu aberto, segundo documentos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Nesse cenário de agressão incoerente contra o meio ambiente, começaram a aparecer há alguns anos prenúncios de um desastre ecológico semelhantes aos primeiros sinais de alarma da tragédia ecológica já clássica de Minamata, no Japão, onde centenas de pessoas morreram ou sofreram profundos distúrbios físicos e mentais devido ao envenenamento por mercúrio. Em 1975, pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo detectaram nas águas e sedimentos do estuário de Santos a presença de até 2,5 microgramas de mercúrio por litro ( $\mu\text{g/l}$ ), concentração inferior à que provocou o "mal de Minamata" (20 a 200 microgramas por litro), mas já vinte e cinco vezes maior que o padrão de contaminação máxima recomendável ( $0,1 \mu\text{g/l}$ ). A média das medidas em 30 pontos diferentes do estuário foi de  $0,8 \mu\text{g/l}$ , quase dez vezes o máximo permitido. Esse mercúrio era despejado principalmente pelo Carbocloro S.A. Indústria Química, que o utiliza em células de mercúrio em seu processo de fabricação e fornecia, na época, metade de todo o cloro e de toda a soda cáustica consumidos no país.

A partir de fins de 1977, a paisagem das serras que circundam a baixada passou a demonstrar a ocorrência de danos irreversíveis à flora. Das matas tropicais típicas da Serra do Mar restaram apenas troncos secos, e os bananais da zona rural do município dei-



Agência F 4

xaram de dar frutos nessa época. No ano seguinte, o vereador do MDB Florivaldo Cajé denunciou a ocorrência de pelo menos uma morte e de muitos casos de lesões graves na pele entre os trabalhadores de uma fábrica de pentacloreto de fenol da Rhodia, Indústrias Químicas e Textéis.

Em maio de 1979, o médico Alberto Pessoa de Souza, vereador pelo PDS e coordenador de saúde da Prefeitura, começou a estudar a incidência de malformações congênitas em Cubatão. Antigo médico da Companhia Santista de Papel, a primeira indústria de transformação a se instalar no município, Alberto Pessoa havia notado a elevada frequência de acidentes de trabalho naquela empresa, assim como a alta in-

cidência de doenças da pele. Suspeitava de anemia aplástica — moléstia que ocorre quando a medula deixa de produzir glóbulos vermelhos — e de intoxicação por benzeno, presente na fumaça despejada na atmosfera pela Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA). Alberto Pessoa estava impressionado também com a alta incidência de câncer do pulmão e doenças mentais em Cubatão. Uma das consequências do "mal de Minamata" é a perturbação mental, provocada pelos danos ao sistema nervoso central.

A partir de inícios de 1980, os fatos se precipitaram. Surgem rumores de uma doença estranha em Cubatão, que produz natimortos sem cérebro, com "cara de sapo". O vereador Romeu Magalhães (do PDS) é avisado dos casos por um amigo do serviço fu-



# Em Cubatão, uma nova chave para o entendimento de anomalias

Roque Monteleone Neto\*

**A suspeita de que em Cubatão estejam ocorrendo casos de malformação congênita com frequência maior que a esperada é de importância tão grande que transcende a própria Cubatão. Poderemos estar diante de um novo agente químico de ação teratogênica, cuja identificação certamente beneficiará não só os habitantes de Cubatão como de todo o mundo. Daí a grande importância do Projeto Cubatão, uma proposta de participação ampla e sempre aberta da comunidade científica nas investigações do que se passa em Cubatão.**

As anomalias congênicas representam um conjunto grande de defeitos que podem ocorrer durante o processo de diferenciação e desenvolvimento embrionário por que passam os seres vivos. São chamadas de congênicas, pois estes defeitos estão presentes no momento do nascimento.

Não existe uma frequência tida como normal ou padrão para a ocorrência de anomalias congênicas do homem. As cifras são muito variáveis de estudo para estudo, de raça para raça, de população para população. No entanto, se tomarmos somente as anomalias externas, detectáveis em recém-nascidos vivos e observadas logo após o nascimento, esta variabilidade de cifras fica menor, sendo de 3 a 5%. Isto é, 3 a 5 crianças nascidas vivas dentre 100 possuem pelo menos uma anomalia congênita externa.

Os estudos epidemiológicos sobre as anomalias congênicas são realizados com grandes amostras: mais de 5.000 e até quase um milhão de recém-nascidos devem ser examinados.

De maneira geral, costuma-se dizer que os defeitos congênicos possuem dois grupos de causas conhecidas: as de ordem genética e as de ordem ambiental. Deve-se no

entanto considerar-se a interação entre o genético e o ambiental, dizendo-se então que possuem uma causa multifatorial (como é o caso do diabetes do adulto). Contudo, 60 a 70% dos defeitos congênicos ainda não possuem uma causa bem definida, se genética e/ou ambiental.

Os fatores ambientais podem ser divididos em três grandes grupos: os agentes físicos (raios x, traumatismos), os agentes químicos (certos medicamentos, certos poluentes), e os agentes biológicos (certos vírus e certas bactérias). Todos esses agentes atuam através do organismo materno e são tanto mais deletérios ao embrião quanto mais precocemente as gestantes forem a eles expostos. Considera-se que os primeiros três ou quatro meses de gestação são os mais críticos, pois é durante este período que o embrião passa pelas fases mais delicadas da formação de seus órgãos.

A importância dos agentes ambientais na determinação de anomalias congênicas passou a ser mais considerada após o trágico episódio da talidomida, no início da década de 60.

Este episódio, que afetou milhares de pessoas e famílias, mostrou fatos importantes às autoridades do setor de saúde e aos pesquisadores em geral: 1) um composto químico de estrutura relativamente simples pode produzir profundas e graves alterações no desenvolvimento embrionário humano; 2) as alterações produzidas pela talidomida foram pouco relacionadas com a quantidade ingerida pelas gestantes, pois aquelas que tomaram grandes quantidades e aquelas que ingeriram poucos comprimidos tiveram igualmente filhos afetados; 3) a talidomida havia sido testada em certos animais de laboratório, rotineiramente utilizados para testes de toxicidade aos embriões, e não havia produzido os defeitos verificados nos embriões humanos. Somente após o episódio novas espé-

cies animais foram testadas, verificando-se então que uma linhagem de coelho e macacos pode apresentar os mesmos tipos de defeitos que no homem; 4) os sistemas de informação em saúde pública existentes na época não estavam adequados para detectarem o episódio precocemente; e por último; 5) a talidomida não produziu anomalias congênicas até então desconhecidas, mas sim aumentou a frequência de determinada anomalia (a focomelia-membros de foca-passou a ser 20 vezes mais frequente em recém-nascidos, e o risco de mães que tomaram talidomida durante o início da gestação apresentarem filhos com defeitos foi calculado em cerca de 100 a 175 vezes maior que entre gestantes que não haviam tomado talidomida).

Várias medidas foram então tomadas, entre elas a criação de registros de malformações congênicas.

Quase no mesmo período, ocorreu outro episódio e os poluentes químicos industriais começaram também a chamar atenção da comunidade científica. Entre 1953 e 1965, as águas da baía de Minamata, no Japão, foram contaminadas por compostos de mercúrio provenientes de indústrias químicas locais. Os peixes e moluscos da baía, que eram a base de alimentação da população da área, ingeriram o mercúrio. Tanto pessoas adultas como crianças apresentaram sintomas neurológicos graves e irreversíveis, tendo sido também verificado que a ação tóxica podia afetar também as gestantes e seus futuros filhos. As crianças nasciam com sintomas de paralisia cerebral e posteriormente desenvolviam um quadro de retardamento mental grave associado à paralisia dos membros superiores e inferiores.

É enorme o número de produtos químicos que são relatados nas revistas especializadas como sendo mutagênicos, tóxicos e teratogênicos em animais de laboratório. A literatura existente é tão vasta que a

Biblioteca Nacional de Medicina, em Bethesda, E.U.A., mantém um serviço de informação ao público e aos pesquisadores chamado TOXILINE, onde são guardadas na memória de um computador as informações básicas sobre todos os artigos publicados no mundo nessa área tão relevante para a saúde pública.

Além das malformações congênicas, uma série grande de compostos químicos tem sido vinculados com a gênese ou o desencadeamento de tumores malignos no homem e em animais. É sabido, por exemplo, que a incidência de alguns tipos de câncer é mais frequente em distritos industriais que em zonas rurais.

Alguns trabalhos recentes têm mostrado que existe uma relação entre as malformações congênicas e certos tumores. Por exemplo, a frequência de anomalias congênicas é maior em crianças que desenvolvem certos tipos de tumores.

Trabalhos ingleses mostraram que a frequência de carcinoma de vagina é maior em mulheres que foram expostas na vida intra-útero ao hormônio dietilbestrol. Este é um bom exemplo para mostrar que certos agentes químicos ingeridos pelas gestantes podem afetar o embrião e provocar sérias consequências muito depois do nascimento, e até mesmo na vida adulta.

Tendo em vista as considerações acima, a suspeita de que em Cubatão estejam ocorrendo casos de malformações congênicas com uma frequência maior que a esperada é de importância tão grande que certamente transcende aos interesses locais de resolução do problema, tornando-se um assunto de relevância para a comunidade científica e para os profissionais do setor de saúde de modo geral.

\*Roque Monteleone Neto pertence à Faculdade Paulista de Medicina.



cam à Prefeitura dois casos de nascimentos de crianças sem braços e pernas, malformação semelhante à focomelia, provocada em alta escala nos anos sessenta pela ingestão da talidomida. Um documentário produzido pela TV Globo, mesmo evitando a temática ainda delicada da frequência aparentemente excessiva de casos de anomalias congênitas em Cubatão, divulga para todo o país os problemas ambientais da "cidade que está morrendo". O governo dá sinais de preocupação em todos os níveis: municipal, estadual e federal.

Alguns meses depois, entra em cena um novo personagem, Reinaldo Azoubel, embriologista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e antigo colega de bancos escolares do médico Alberto Pessoa, recém-chegado da Inglaterra, onde estudara teratogênese (produção de monstros) e em especial a anencefalia, que tem incidência muito elevada naquele país. Com apoio total da Prefeitura,

Azoubel tenta implantar um registro de nascimentos, enviando fichas a todos os hospitais, como primeiro passo a fim de recolher dados para um estudo científico da questão.

Esse trabalho seria retomado depois em bases mais sólidas por uma equipe coordenada pelos professores Roque Monteleone e Décio Brunoni, da Escola Paulista de Medicina, através do *Projeto Cubatão*, a primeira proposta de trabalho aprovada pelo novo Comitê de Ecologia Humana do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O *Projeto Cubatão* (ver página 14) propiciou um encontro das ciências biológicas com uma vocação de pesquisa diretamente ligada às necessidades vitais e prementes da população, nos moldes das grandes campanhas de saneamento das primeiras décadas do século.

Outros personagens e entidades vão também tomando posição para o inevitável confronto. Em outubro, o

Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), representante dos poderosos interesses econômicos dos industriais, propõe, através de sua delegacia regional de Cubatão, o projeto *Vale da Vida*. Aparentemente, trata-se de uma proposta desinteressada e generosa das indústrias, prevendo a restauração ambiental global em Cubatão. O projeto consiste num conjunto de planos concretos e objetivos, e estabelece um prazo rígido para acabar com a poluição ambiental em Cubatão (31 de dezembro de 1983). Mas, em compensação, baseia-se na remoção da população dos bairros mais atingidos pelas emanções de forma a liberar áreas ainda mais extensas, já agora supervalorizadas, para a expansão das indústrias. A CIESP passa a propagar, entre outras, a tese de que na base das anomalias congênitas poderiam estar a desnutrição e a incidência elevada de doenças venéreas entre os peões de obra, especialmente o grande número de trabalhadores temporários (cerca de



Agência F4



# O Projeto Cubatão: uma proposta

**Apesar da amostragem ainda muito pequena, somos obrigados a admitir que algo de anormal pode estar ocorrendo na região da Baixada Santista**

**Roque Monteleone Neto  
Décio Brunoni  
Ruy Laurenti\***

**A**pós os primeiros contatos com a Prefeitura Municipal de Cubatão, realizados no final de 1980, ficou claro que duas perguntas necessitavam ser respondidas: qual o número exato de crianças que nascem com anomalias congênitas, e quais os fatores que estão relacionados com o nascimento dessas crianças?

Estas perguntas são aparentemente simples, mas na prática envolvem problemas operacionais complexos.

Diante disso, foi decidido apresentar-se um plano de trabalho com o maior número possível de pesquisadores, realizando várias atividades simultâneas independentes, mas correlacionadas em torno do tema básico: anomalias congênitas.

Não havendo infra-estrutura de pesquisa no local, deu-se prioridade à utilização máxima dos recursos existentes no campo da saúde em Cubatão (médicos, enfermeiras, espaço físico, etc.).

Elaborado o plano de trabalho e obtida sua aprovação pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a 16 de Setembro de 1981 foi assinado um protocolo de intenções entre a Prefeitura de Cubatão e o grupo de pesquisadores. A municipalidade colocou à nossa disposição um local físico de trabalho e facilidades de transporte, dando-se então início oficial ao projeto.

As atividades propostas foram: implantação e manutenção de um registro de anomalias congênitas, tomando-se como base os nascimentos hospitalares de Cubatão; instalação de um ambulatório de anomalias congênitas, que ao mesmo tempo oferecesse apoio médico às famílias de crianças que vão sendo detectadas pelo registro, bem como aos casos já existentes na população, um levantamento sobre mortalidade por anomalias congênitas, que estabeleça a importância relativa desse grupo de enfermidades como causa de morte no primeiro ano de vida, além de fornecer uma visão geral da extensão do problema, pois serão analisadas as mortes ocorridas em todos os muni-

cípios da Baixada Santista durante três anos consecutivos (1978, 1979 e 1980).

Está sendo proposta ainda a realização de uma série de documentários filmados sobre Cubatão, sua história passada e presente (ver o box "Quando o povo entra em cena", na página 22).

Foi enfatizado um "ponto de honra" pelos pesquisadores, no sentido de que o projeto apresentado não se propunha a ser completo no que se refere ao equacionamento do problema saúde *versus* poluição, nem mesmo de anomalias congênitas *versus* poluição, apresentando-se dessa forma como uma proposta em aberto à comunidade científica.

## O que é um Registro de Anomalias Congênitas?

O conhecimento da frequência de anomalias congênitas ao nascimento envolve a implantação de um sistema de detecção e informação dessas anomalias em recém-nascidos.

As necessidades básicas de tal sistema são: o exame sistemático de todos os recém-nascidos por profissional especialmente treinado, continuidade no tempo, e um processamento rápido das informações obtidas para se poderem acionar medidas de alarmas quando necessário.

Portanto, operacionalmente, um registro deve funcionar com profissionais que já trabalham nos berçários dos hospitais, garantindo o exame de todas as crianças e ao mesmo tempo conferindo-lhe continuidade no tempo.

Como as anomalias congênitas ocorrem entre 3 a 5% dos recém-nascidos, elas são raras na experiência de um determinado profissional, e por não fazerem parte de sua rotina de trabalho, quando aparecem são inconsistentemente diagnosticadas ou pouco valorizadas. Este fato gera a necessidade de treinamento dos médicos berçaristas no sentido de uma semiologia clínica (técnica de exame e de descrição das alterações encontradas) orientada para a detecção de defeitos congênitos.

Como o número de nascimentos em Cubatão não chega a 4.000 por

ano, deve haver uma cobertura completa de todos os recém-nascidos para que distorções sejam evitadas e haja um número razoável para que cifras possam ser obtidas no menor tempo possível.

Devido às considerações acima expostas, foram gastos cerca de três meses em reuniões entre os pesquisadores e o pessoal médico local. Nessas reuniões, as discussões enfocaram problemas de ordem prática, como identificação de pessoal interessado em participar do projeto, rotina de cada berçário, tipo de atendimento aos recém-nascidos, infra-estrutura de pessoal paramédico disponível, culminando com a criação de uma ficha-padrão de observação genético-clínica dos recém-nascidos.

Só então o registro começou a funcionar. Todas crianças que atualmente nascem em Cubatão são examinadas de maneira uniforme, em qualquer dos hospitais da área, e uma ficha especial é preenchida no caso de detecção de uma anomalia congênita. Nessa ficha são anotadas, entre outras coisas, a descrição das anomalias encontradas, características do parto, e outras informações referentes ao recém-nascido. Em seguida, é feita uma entrevista com a mãe da criança com a finalidade de obter-se informações sobre algumas características da gestação, como ingestão de drogas, doenças, outros casos de anomalias na família, local de moradia, tempo de residência no município, etc.

Todo este interrogatório é também feito, de forma idêntica, para a mãe de uma criança do mesmo sexo que tenha nascido imediatamente após a afetada, no mesmo hospital, e não portadora de nenhum defeito congênito, servindo portanto como controle pareado para futuras análises estatísticas.

No período de 1.º de outubro de 1981 a 30 de abril de 1982, nasceram 1.868 crianças em Cubatão. Destas, 37 nasceram mortas, com peso superior a 500 gramas. Dentre as 1.831 que nasceram vivas, três apresentaram anencefalia e vieram a morrer logo após o parto, e duas outras apresentavam outros defeitos de fechamento do tubo neural

(espinha aberta). Evidentemente, foram encontrados neste período crianças com outros tipos de defeitos, como pé torto, luxação congênita do quadril, hidrocefalia, etc.

No entanto, desde o início das pesquisas a suspeita maior era de um aumento da frequência de anencefalia e de defeitos correlatos (espinha aberta em qualquer nível).

Em nosso meio, a melhor fonte de estatísticas de frequências de anomalias congênitas em recém-nascidos é a obtida pelo Estudo Colaborativo de Malformações Congênitas (ECLAMC). O Hospital dos Servidores Públicos do Estado de São Paulo participa do ECLAMC, e no período de julho de 1973 a dezembro de 1979 (que corresponde a 78 meses de observação contínua) foram examinados 17.407 recém-nascidos vivos, e destes 11 apresentaram defeitos de fechamento do tubo neural, semelhantes aos ocorridos em Cubatão. Isto corresponde a um caso para cada 1.582 crianças nascidas vivas.

No município de Cubatão, nascem cerca de 2.500 a 3.000 crianças por ano, e portanto poderíamos esperar no máximo dois casos em um ano, se a frequência fosse a mesma que a verificada no Hospital dos Servidores Públicos de São Paulo. Observaram-se no entanto cinco casos em apenas seis meses, dentre 1.831 recém-nascidos examinados.

Em que pesem as diferenças de tamanho das amostras, as prováveis diferenças sócio-econômicas, genéticas e de atenção pré-natal existentes entre Cubatão e São Paulo, somos forçados a admitir que algo de anormal deve estar ocorrendo na região da Baixada Santista.

## Um Ambulatório de Anomalias Congênitas

Iniciamos a investigação de anomalias congênitas na população utilizando os dados de um censo escolar realizado pela Prefeitura de Cubatão em fins de 1979. Dentre os quase 70.000 habitantes, foram registrados cerca de mil deficientes físicos e/ou mentais.

Após uma primeira seleção dos casos, levando-se em conta o tipo de deficiência e a idade dos indivíduos, começamos a entrar em contato com cerca de cem famílias, o



# em aberto à comunidade científica

que representa cerca de 300 deficientes.

Até o presente, foram examinados aproximadamente um terço dos casos selecionados, e já foram diagnosticadas doenças genéticas clássicas, como o mongolismo, anomalias congênitas com causa definida, seqüelas de doenças infecciosas contraídas nos primeiros anos de vida, como paralisia cerebral por meningite e paralisia de membros por poliomielite, além de deficiências de desenvolvimento físico e/ou mental sem causa aparente.

Para nós, este último grupo é o mais importante. São doenças que não possuem uma causa definida e que, através de uma investigação mais aprofundada e dirigida, talvez possam oferecer pistas da relação existente entre anomalias congênitas e um determinado poluente, já que foi assim que se descobriu a maior parte das associações entre a exposição a agentes químicos durante a gestação e certas anomalias congênitas.

No entanto, para as famílias (que são o foco principal da atenção no ambulatorio), a finalidade desta investigação genético-clínica é a de oferecer uma orientação segura quanto à vida reprodutiva, respondendo a perguntas importantes para estes casais como: podemos ter outros filhos com a mesma anomalia? Qual é a chance de termos filhos normais? Quais as medidas preventivas?

Tudo isto aflige um casal quando do nascimento de um filho portador de um defeito qualquer, e as respostas fazem parte do que costumamos chamar de "aconselhamento genético."

A tabela da página 16 mostra alguns produtos químicos e as anomalias congênitas que provocam, seu período de maior sensibilidade durante a gestação e o risco em caso de exposição. Como se pode notar, dos milhares de substâncias químicas que são anualmente colocadas no mercado e a que estamos expostos no cotidiano, pouco mais de uma dezena produzem anomalias congênitas.

Tal fato, ao contrário de ser tranquilizador, deve ser encarado com muita preocupação, pois a grande maioria destes compostos só vêm sendo introduzidos no ambiente recentemente na história do homem,

e os estudos começaram há apenas poucas décadas. Só para que se tenha uma idéia, podemos citar que o número exato de cromossomos (elementos que estão no interior do núcleo de todas as células que compõem o nosso organismo e que carregam o material genético) ficou conhecido há menos de trinta anos, e se passaram mais de dez anos para que a doença de Minamata fosse reconhecida como sendo causada pelo mercúrio lançado nas águas por uma indústria química no Japão.

Um inquérito sobre fertilidade em diferentes bairros de Cubatão também começou a ser realizado, e dependendo de seus resultados poderá estender-se para outros locais da Baixada Santista. Seu propósito é, entre outros, o de revelar as características dos "produtos das gestações" das mulheres em idade fértil (abortos, natimortos, filhos vivos, etc.). Sabemos que um efeito muito importante de algumas substâncias químicas (que podem ou não ser poluentes) é sua relação com abortos e perdas gestacionais precoces e a incapacidade reprodutiva, entre outros.

O peso ao nascer de todas as crianças nascidas em Cubatão durante o ano de 1981, bem como outras características, estão sendo analisados.

Em futuro próximo, pretendemos iniciar um estudo sobre o número de nascimentos em Cubatão desde 1950, para que possamos ter uma idéia de como esse traço demográfico se tem comportado durante este tempo, principalmente no que diz respeito à sua variação conforme as diferentes estações do ano e o impacto do processo de industrialização.

## O Futuro

Estamos ainda no começo, e muito precisa ser feito para que possamos compreender o que está ocorrendo em Cubatão no que se refere à saúde e à poluição.

É necessário que outros grupos de pesquisadores também se unam e apresentem mais propostas de estudo. Estudos sobre a fauna e a flora, a ecologia dos mangues e do estuário, e principalmente um estudo sistemático dos diferentes poluentes realmente encontrados, não só na atmosfera mas dentro das fábricas

e em seus efluentes líquidos, sólidos e gasosos. O fundamental, porém, é que estes estudos sejam feitos de maneira coordenada entre os diferentes grupos de pesquisa, sem jamais deixar de ouvir e aceitar a participação da população local.

Os empresários devem entender que, a longo prazo, eles próprios serão afetados, se é que já não estão sendo, seja pelo pouco rendimento do trabalho em condições insalu-

bres, seja pelo custeio de benefícios sociais concedidos para os incapacitados e debilitados por doenças respiratórias, alérgicas, etc.

Em nosso ponto de vista, se tal participação não se efetivar o equacionamento do problema será "caolho" e parcial, para não dizer injusto e ineficiente.

\* da Escola Paulista de Medicina.

## Subprograma Mortalidade

Ruy Laurenti  
M. Helena de Mello Jorge  
Sabina L. Davidson Gotlieb

Os resultados preliminares mostram que, para o triênio 1978/1980, de cada mil nascidos vivos em Cubatão 66,1 morrem antes de completar um ano de vida (para os demais municípios que compõem a Sub-Região Administrativa de Santos, esse valor foi de 57,0). Quanto às causas de morte, a principal foi representada pelo grupo das perinatais, englobando 32,4% das mortes (para o resto da Baixada Santista, 34,7%). As moléstias infecciosas constituíram o segundo grupo de causas de morte: 27,5% (e 28,2% para os demais municípios). É importante ressaltar que, em Cubatão, das crianças que morrem com menos de um ano de idade, 23% apresentam desnutrição como fator contributivo para o seu óbito (no restante da sub-região, 18%).

Especificamente quanto às anomalias congênitas, no período considerado, de cada mil crianças que nasceram vivas 3,3 tiveram como causa direta da morte uma malformação (para o resto da Baixada Santista, o valor foi 2,8). Chamou a atenção a grande proporção de anomalias do sistema nervoso (52%), contrariamente ao verificado em outras áreas, que apresentam preponderância de anomalias do aparelho circulatório.

Quanto ao risco de morrer por anencefalia, Cubatão apresentou valor alto: 65 óbitos para cada 100.000 nascidos vivos. Comparando esse dado com os resultados da Investigação Interamericana de Mortalidade na Infância, contidos na obra *Características de la mortalidad en la niñez*, verifica-se que, das quinze áreas estudadas,

apenas Sherbrooke, no Canadá, apresentou valor mais alto, sendo que todas as demais tiveram valores próximos ou menores que a metade do risco verificado em Cubatão. Nos demais municípios da Baixada, o risco foi de 28 para 100.000 nascidos vivos, mostrando que Cubatão apresentou risco igual a 2,3 vezes o verificado no restante da Baixada Santista.

Quanto aos produtos de concepção que não apresentaram sinal de vida ao nascer, os resultados mostraram que o grupo das anomalias congênitas foi causa de morte fetal em 4,3% dos casos de Cubatão e 1,9% daqueles residentes nos outros municípios da Baixada. Esses dados podem ser comparados com os de São Paulo no período 1968/1970 (*Perdas fetais do distrito de São Paulo*) que revelaram, para a mesma causa, o valor de 1,6%. As anomalias do sistema nervoso representaram cerca de 50% do total de anomalias em Cubatão (31,6% para a Baixada Santista como um todo), sendo as anencefalias responsáveis por 1,6% e 0,5% das perdas de Cubatão e da Baixada, respectivamente.

Os autores pertencem ao Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da USP.

Puffer, R.R. & Serrano, C.V. — *Características de la mortalidad en la niñez*. OPS/OMS, Washington, 1973.

Silveira, M.H. — *Perdas fetais do distrito de São Paulo*. Faculdade de Saúde Pública USP, 1974 (monografia de mestrado).

formações congênitas.

Em meados de 1981, chegam a Cubatão dois novos padres da Igreja Católica, José Porfírio e Nivaldo Vicente, que ao contrário de seus antecessores pertencem à ala não-tradicionalista do clero. Engajados nas causas populares, dão o empurrão que faltava para o surgimento de uma Associação das Vítimas das Más Condições de Vida em Cubatão, que em março de 1982 realiza seu primeiro congresso, com a participação de mais de 500 pessoas, incluindo uma representação do mais alto nível da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Essa entrada em cena de uma organização popular confere enorme impulso à luta contra a poluição em Cubatão. A grande imprensa de São Paulo, graças a proximidade geográfica, desempenha papel também decisivo, ao divulgar relatórios alarmantes sobre os níveis de contaminação ambiental em Cubatão, feitos pela pró-

pria CETESB, que no entanto vinha evitando a divulgação desses estudos.

No dia 3 de março, o governo federal intervém diretamente na questão de Cubatão, criando uma comissão interministerial com a tarefa de propor soluções urgentes. Uma semana depois, talvez numa tentativa de criar fatos consumados antes que a comissão interministerial tenha a oportunidade de propor essas soluções, o governo estadual baixa um decreto de zoneamento de Cubatão, definindo a maior parte do município como área estritamente industrial ou preferencialmente destinada ao uso industrial. É o zoneamento inspirado diretamente na proposta *Vale da Vida* da CIESP, que implica necessariamente na remoção dos moradores dos bairros mais afetados — e, como sempre, os mais pobres — entre os quais Vila Parisi, já então famosa no país e no mundo como “o lugar mais poluído do planeta”.

Cubatão não existe por acaso. Sempre teve vocação natural para ponto de transbordo, de passagem de um tipo de transporte adequado às planícies para outro necessário à subida da serra por caminhos íngremes. Ali, onde já havia uma fábrica de papel, começou a operar em 1926 o primeiro gerador da grande usina hidrelétrica da Light, alimentada pela reversão das cabeceiras do rio Tietê. Com energia e água em abundância, completavam-se as condições para o surgimento do primeiro pólo industrial do país, destinado principalmente a processar matérias-primas importadas antes de seu transporte serra acima (ver página 20).

A primeira dessas matérias-primas foi o petróleo, com a instalação, em 1954, da Refinaria Presidente Bernardes, até hoje a maior do país, capacitada a processar 169.000 barris por dia (módulo reproduzido posteriormente na Refinaria Duque de Caxias). Ao seu redor, surgiram as primeiras

## Fatores Determinantes de Anomalias

| FATOR                                       | EFEITO                                                                                                    | PERÍODO DE MAIOR SENSIBILIDADE          | RISCO              |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| <b>DROGAS INGERIDAS PELA GRÁVIDA</b>        |                                                                                                           |                                         |                    |
| Talidomida                                  | <i>Defeitos nos membros, orelha, dentes, olhos, intestinos.</i>                                           | <b>34 a 50 dias após a fertilização</b> | <b>mais de 90%</b> |
| Aminopterina                                | <i>Hidrocefalia, defeitos de formação do crânio, defeitos de redução dos membros, deficiência mental.</i> | ?                                       | ?                  |
| Propiltiouracil                             | <i>Bócio. Hipotireoidismo fetal.</i>                                                                      | ?                                       | ?                  |
| Warfrin                                     | <i>Hipoplasia do nariz, doença óssea.</i>                                                                 | ?                                       | ?                  |
| Dietilestilbestrol                          | <i>Carcinoma de vagina no feto feminino. Anomalias gênito-urinárias no feto masculino.</i>                | ?                                       | ?                  |
| Tetraciclina                                | <i>Displasia do esmalte do dente.</i>                                                                     | <b>2.º/3.º trimestre</b>                | ?                  |
| Progestágenos contaminados com testosterona | <i>Masculinização do feto feminino.</i>                                                                   | <b>3.º trimestre</b>                    | ?                  |
| Teste hormonal da gravidez                  | <i>Anomalias vertebrais, do ânus, coração, traquéia, rádio, rim. Defeitos na uretra.</i>                  | <b>3.º/8.º semana</b>                   | ?                  |
| <b>CONDIÇÃO MATERNA E/OU DROGA</b>          |                                                                                                           |                                         |                    |
| Diabetes e insulina                         | <i>Defeitos congênitos variados.</i>                                                                      | ?                                       | ?                  |
| Alcoolismo crônico                          | <i>Deficiência de crescimento. Microcefalia. Cardiopatia congênita. Deficiência mental.</i>               | ?                                       | <b>30-50%</b>      |
| Epilepsia e anticonvulsivantes              | <i>Fissura labiopalatina, alterações esqueléticas, unhas pouco desenvolvidas.</i>                         | ?                                       | <b>10%?</b>        |
| Tabagismo                                   | <i>Peso fetal diminuído.</i>                                                                              | <b>2.º/3.º trimestre</b>                | ?                  |
| <b>POLUIÇÃO AMBIENTAL</b>                   |                                                                                                           |                                         |                    |
| Mercúrio                                    | <i>Doença de Minamata (doença neurológica grave).</i>                                                     | ?                                       | ?                  |



fábricas brasileiras de asfalto, de coque verde, de nitrogenados e de dezenas de insumos básicos sem os quais inexistia uma indústria moderna.

Em 1967, no bojo dos primeiros

'pacotes' econômicos, o regime abriu a petroquímica ao capital privado. Dois anos depois, às vésperas do "milagre econômico", a Petrobrás criou a Petroquisa, através da qual,

curiosamente, o próprio Estado pagará os investimentos mais pesados ou de maturação mais longa necessários ao processo de acumulação do capital privado. Com capitais da Petro-

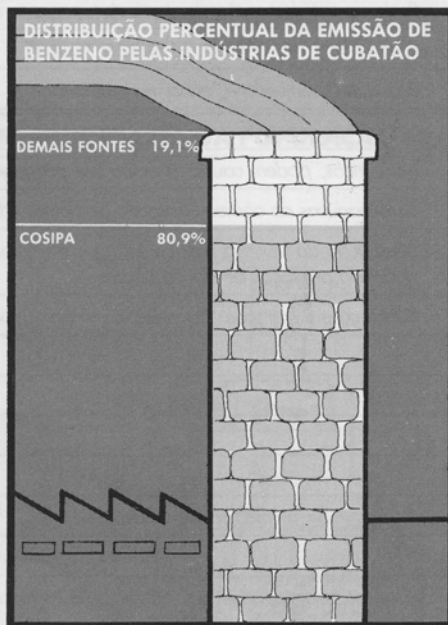
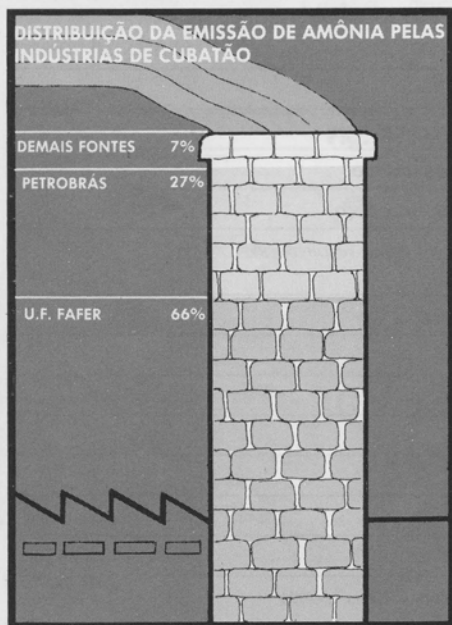
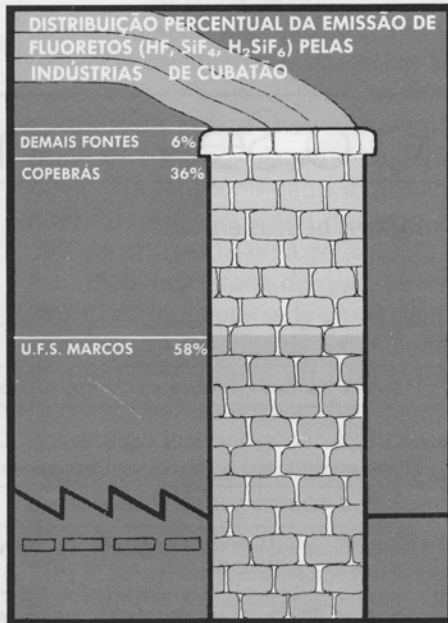
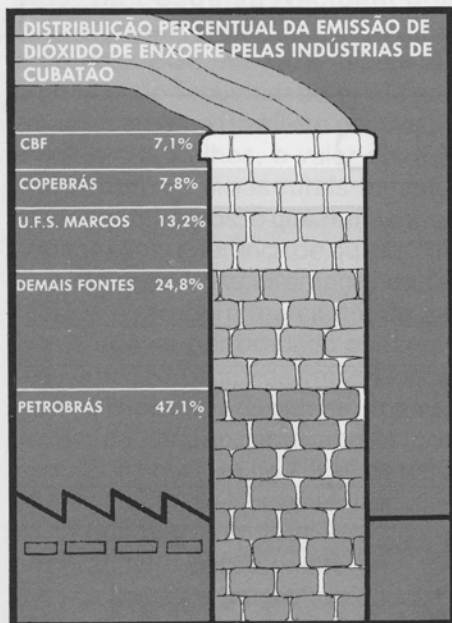
## Escolha o Seu Veneno

| POLUENTES                                                                  | Emissão Atmosférica efetiva total (estimativa em kg/mês) | ALGUNS DE SEUS EFEITOS                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ácido Clorídrico                                                           | 7.390                                                    |                                                                                                                                                  |
| Ácido Sulfúrico                                                            | 4.253                                                    | Irritante e corrosivo, necrose da córnea, dermatite.                                                                                             |
| Alcatrão                                                                   | 11,5                                                     | Cancerígeno.                                                                                                                                     |
| Amônia                                                                     | 387.487                                                  | Extremamente tóxico e irritante em altas concentrações.                                                                                          |
| Areia e Cimento (MP)                                                       | 11.684                                                   |                                                                                                                                                  |
| Benzeno                                                                    | 219.937                                                  | Depressor do sistema nervoso central, destrói células da medula óssea, podendo causar câncer e leucemia.                                         |
| Buteno                                                                     | 23.068                                                   | Depressor do sistema nervoso central, cancerígeno.                                                                                               |
| Cádmio (MP)                                                                | 151                                                      | Pode causar destruição dos testículos, suspeito de ser teratogênico.                                                                             |
| Calcário (MP)                                                              | 152.270                                                  |                                                                                                                                                  |
| Carvão Coque (MP)                                                          | 423.737                                                  | Bronquite, conjuntivite, enfisema pulmonar.                                                                                                      |
| C-7 Cicloparafinas                                                         | 31.680                                                   | Narcóticos, podem causar a morte por paralisia respiratória.                                                                                     |
| C-8 Cicloparafinas                                                         | 7.920                                                    | Narcóticos, podem causar a morte por paralisia respiratória.                                                                                     |
| Cloro                                                                      | 28.813                                                   | Queimaduras na córnea, irritação dos olhos, dores de cabeça.                                                                                     |
| Dióxido de Enxofre                                                         | 4.090.744                                                | Destruição da mucosa nasal e faringe, afeta todo o sistema respiratório, podendo provocar perda do olfato.                                       |
| Dióxido de Nitrogênio                                                      | 2.313.908                                                | Ulcerações e irritações da pele, edemas pulmonares.                                                                                              |
| Dodecano                                                                   | 4.172                                                    |                                                                                                                                                  |
| Dolomita (MP)                                                              | 31.005                                                   |                                                                                                                                                  |
| Fenantreno                                                                 | 3,4                                                      |                                                                                                                                                  |
| Fertilizantes (mistura) (MP)                                               | 1.179.527                                                |                                                                                                                                                  |
| Fluoretos (HF, SiF <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> )        | 41.736                                                   | Podem inibir a calcificação óssea.                                                                                                               |
| Fluorantreno                                                               | 5,5                                                      |                                                                                                                                                  |
| Formaldeído                                                                | 55.904                                                   | Queimaduras, se ingerido, vômitos, lesão renal, conjuntivites, perda de olfato, dezenas de outros males.                                         |
| Gás Sulfídrico                                                             | 41.781                                                   | Interfere no metabolismo celular, pode matar por asfixia, é paralisante, provoca inflamação no nariz e laringe, pneumonia e queimaduras na pele. |
| Gesso, Escória e Cimento (MP)                                              | 46.199                                                   |                                                                                                                                                  |
| Mercúrio                                                                   | 58                                                       | Pode acarretar graves lesões cerebrais, e seus compostos orgânicos são teratogênicos.                                                            |
| Monóxido de Carbono                                                        | 8.007.091                                                | Debilidade generalizada e confusão mental, vômitos, dores, convulsões e morte.                                                                   |
| Negro-de-Fumo                                                              | 36.650                                                   |                                                                                                                                                  |
| Óxido de Cálcio (MP)                                                       | 51.087                                                   | Ulcerações, conjuntivite, irritação pulmonar.                                                                                                    |
| Rocha Fosfática (Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> F) - (MP) | 7.523.600                                                |                                                                                                                                                  |
| Sevin (MP)                                                                 | 35                                                       |                                                                                                                                                  |
| Sinter (MP)                                                                | 817.071                                                  |                                                                                                                                                  |
| Tetracloro de Carbono                                                      | 9.720                                                    |                                                                                                                                                  |
| Trióxido de Enxofre                                                        | 41.367                                                   | Resulta em ácido sulfúrico (ver acima).                                                                                                          |
| Vanádio                                                                    | 7.965                                                    |                                                                                                                                                  |

# Os Campeões da Poluição

Fonte: CETESB

desenho de Vilma Gomez



Em quase todos os casos, uma única empresa é responsável por mais da metade da emissão de um poluente

| INDÚSTRIAS             | POLUENTES                                                                                         |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Petrobrás (RPBC)       | Dióxido de enxofre, trióxido de enxofre, amônia e carvão.                                         |
| Ultráfétil (S. Marcos) | Trióxido de enxofre, fluoretos ( $HF$ , $SiF_4$ e $H_2SiF_6$ ) e ácido sulfúrico.                 |
| COSIPA                 | Monóxido de carbono, benzeno, dióxido de nitrogênio e carvão.                                     |
| COPEBRÁS               | Gás sulfídrico, fluoretos ( $HF$ , $SiF_4$ e $H_2SiF_6$ ), ácido sulfúrico e monóxido de carbono. |
| Ultráfétil (FAFER)     | Amônia                                                                                            |
| Alba Adria             | Formaldeído                                                                                       |
| IAP                    | Ácido sulfúrico                                                                                   |
| Union Carbide          | Trióxido de enxofre                                                                               |
| Cia. Bras. de Estireno | Dióxido de enxofre e trióxido de enxofre                                                          |

quisa e dos grupos Walter Moreira Salles, Peri Ygel, Monteiro Aranha e International Finance Corporation, instala-se no alto da serra, para processar os insumos provenientes de Cubatão pelo sistema de fluxo direto (*downstream*), a Petroquímica União, na época a maior de toda a América Latina.

No ano seguinte, Cubatão é declarado município de segurança nacional, em que não há eleições para prefeito. Seu primeiro prefeito nomeado será da estirpe Castelo Branco, e o segundo, substituído recentemente, às vésperas do grande confronto ecológico, foi Carlos Frederico Soares de Campos, da família do economista Roberto Campos. Na baixada, ao lado da Refinaria Presidente Bernardes, instalam-se a Companhia Brasileira de Estireno, a Union Carbide do Brasil Ltda. e a Carbocloro, todas elas com papel decisivo no fornecimento de insumos vitais para a indústria.

A COSIPA começa a operar em Cubatão em 1963, tornando-se num dos maiores produtores nacionais de aços planos. Usando a escória da COSIPA como matéria-prima, instala-se a fábrica de cimento Santa Rita. No final dos anos 70, quando se precipita a deterioração das condições ecológicas em Cubatão, ali já estão instaladas 23 indústrias de grande porte, incluindo sete novas fábricas de fertilizantes.

Quase todas as indústrias de Cubatão lançam ao ar dióxido e trióxido de enxofre, os poluentes emitidos em maior volume na baixada — cerca de 7.000 toneladas por dia. São produzidos pela queima do petróleo de alto teor de enxofre, impróprio para o uso em regiões urbanas. Seguem-se, na ordem de importância por volume emitido, os fluoretos, descarregados principalmente pela indústria de fertilizantes, gás sulfídrico, amônia, formaldeído, ácido sulfúrico, cloro e monóxido de carbono (ver tabela na página ao lado). São 75 tipos de poluentes principais, segundo levantamento da CETESB, incluindo alguns especialmente perigosos, como o benzeno (220 toneladas por dia), e metais pesados, como o mercúrio e o cádmio.

No ar de Cubatão, há entre 70 e 103 microgramas de material particulado por metro cúbico, segundo as medidas da CETESB. O limite acima do qual considera-se que aumenta a probabilidade de ocorrência de mortes por doenças do aparelho respiratório ou outras é exatamente de 70 microgra-



# A Cidade do Sangue Intoxicado

**Um terço das famílias de uma amostragem em Vila Parisi estavam com seu sangue intoxicado.**

Paulo César Naoum\*

A poluição que contamina o ar, a água e os alimentos, causada pelas inúmeras indústrias do complexo petroquímico de Cubatão, tem sido absorvida gradativamente por seus moradores mediante a inspiração do ar, a ingestão da água e alimentos, e através da pele. Dos poluentes emitidos, 80,4% são constituídos por monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre.

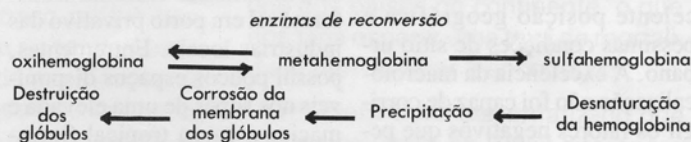
As consequências produzidas pelas intoxicações do monóxido de carbono são conhecidas por todos, e as alterações fisiológicas estão na dependência do tempo de exposição e da concentração desse composto químico no ambiente. O monóxido de carbono é um bloqueador reversível do transporte de oxigênio, o qual é executado pelas hemoglobinas — proteínas que se localizam no interior dos glóbulos vermelhos. A retirada de uma pessoa exposta a essas condições, ou o rápido suprimento de oxigênio, faz com que o monóxido de carbono seja removido da hemoglobina, e que o oxigênio se ligue a essa proteína, possibilitando sua distribuição para todas as células do organismo.

A toxicidade provocada por óxidos de nitrogênio e seus derivados é

extremamente mais aguda que a do monóxido de carbono, pois essas substâncias são bloqueadores irreversíveis. As alterações motivadas por esses tipos de poluentes estão também na dependência de suas concentrações e do tempo de exposição no ambiente. Esses tóxicos atuam, inicialmente, sobre a membrana do glóbulo vermelho e sobre as enzimas sintetizadas pelos glóbulos vermelhos para proteger a integridade das moléculas que transportam o oxigênio. Essas enzimas, conhecidas como “de reconversão”, equilibram a transformação normal de uma pequena quantidade (1 a 8%) de hemoglobina oxigenada, ou oxihemoglobina, em hemoglobina bloqueada, ou metahemoglobina. *Caso haja um desequilíbrio, provocado pelo aumento de óxidos de nitrogênio ou de enxofre, a oxihemoglobina se transformará rapidamente em metahemoglobina, a qual não executa o transporte de oxigênio.*

A fase seguinte se resume na transformação da metahemoglobina em sulfohemoglobina, que facilmente se desnatura e precipita como um material residual junto à membrana dos glóbulos vermelhos. Finalmente, esse material corrói gradativamente a membrana dessas células, matando-as preco-

ceamente. A intensidade de ação desses compostos químicos é muito mais evidente em recém-nascidos, cujos glóbulos vermelhos contêm uma quantidade diminuta das enzimas de reconversão. O esquema abaixo resume a fisiologia da transformação de oxihemoglobina em hemoglobinas bloqueadas, e a consequente manifestação patológica nos glóbulos vermelhos.



sem poluição industrial. Os resultados obtidos foram surpreendentes: 135 dos residentes analisados de Vila Parisi, ou 35%, eram portadores de concentrações aumentadas de metahemoglobina e sulfohemoglobina, e 54 pessoas estudadas daquele bairro, ou 14%, apresentaram precipitações de material residual (polipeptídeos), conhecidos cientificamente por corpos de Heinz, indicando a iminente destruição dos glóbulos vermelhos. O grupo de São José do Rio Preto não apresentou alteração alguma no comportamento fisiológico da hemoglobina.

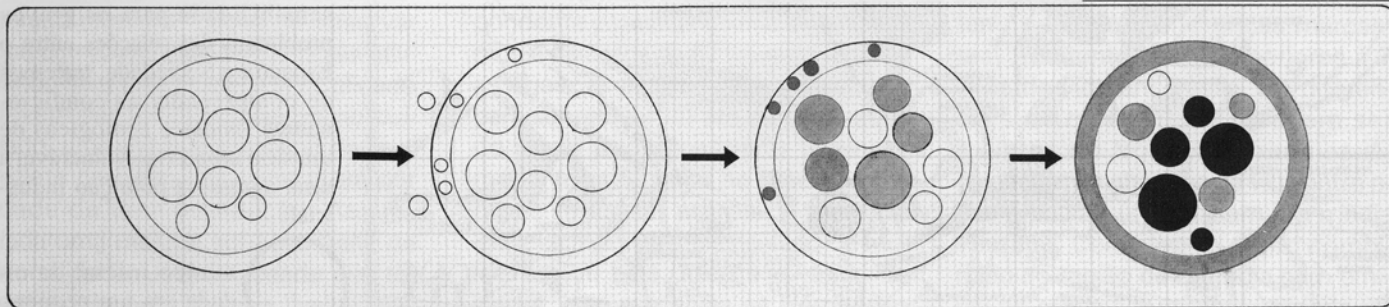
Resultados similares a esses ob-

Em julho de 1981, uma equipe de pesquisadores sob minha responsabilidade realizou no Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP, em São José do Rio Preto, uma pesquisa envolvendo análises de sangue de 386 pessoas residentes em Vila Parisi, bairro de Cubatão, comparando-as com 98 de São José do Rio Preto, cidade

tidos por nós foram verificados recentemente pelo doutor Etelvino Bechara e pela química Marisa H.G. Medeiros, do Instituto de Química da USP, que analisaram diretamente o comportamento das enzimas de reconversão.

Todos esses resultados foram apresentados a um grupo de cientistas que, reunidos durante o XV Congresso Brasileiro de Hematologia, realizado em setembro de 1982 em Fortaleza, manifestaram a gravidade da situação ambiental de Cubatão e suas múltiplas consequências na saúde de seus moradores.

\* do Departamento de Biologia da UNESP, em São José do Rio Preto.



desenho de Vilma Gomez

**Processo de transformação de oxihemoglobina em meta- e sulfohemoglobina. À esquerda, vê-se um glóbulo vermelho oxigenado e, em seguida, as moléculas de oxihemoglobina no interior do glóbulo vermelho. Na parede do glóbulo, vê-se o oxigênio que nele penetra. O terceiro glóbulo já apresenta a penetração de nitrogênio e enxofre, representados por material escuro na parede do glóbulo. A oxihemoglobina é transformada em metahemoglobina (moléculas cinzas). No glóbulo à direita, vê-se a última etapa do processo: a metahemoglobina é transformada em sulfohemoglobina (moléculas pretas) e, em consequência, a parede do glóbulo se transforma, antes de sua destruição precoce.**

## Um exemplo a não ser seguido

Cubatão constitui-se numa das formas mais defeituosas de organização humana do espaço em todo o terceiro mundo.

Aziz Ab'Saber\*

**C**aso de Cubatão poderá se constituir em um lamentável exemplo de formas defeituosas de organização humana do espaço no Terceiro Mundo. Trata-se de um distrito industrial de crescimento espontâneo, satélite especializado da região industrial de São Paulo, dotado de excelente posição geográfica e péssimas condições de sítio urbano. A excelência da macrolocalização não foi capaz de corrigir os fatores negativos que pesam sobre a microlocalização.

A despeito de se ter transformado, em poucos anos, em um dos mais importantes núcleos industriais brasileiros, Cubatão evidenciou sérios distúrbios de crescimento populacional, a par da degradação ambiental, envolvendo conseqüências muito

graves para a saúde pública.

Situa-se entre o porto principal dos paulistas (Santos) e a metrópole mais importante do país (São Paulo). Beneficia-se de velhas e modernas infraestruturas regionais acumuladas, de ligação entre o litoral e os planaltos interiores de São Paulo. Inclui o aproveitamento de um estuário residual transformável em porto privativo das indústrias locais. Entrementes, possui poucos espaços disponíveis nos sopés de uma elevada e maciça escarpa tropical florestada (Serra do Mar). Indústrias, núcleo urbano de apoio administrativo e comercial, e bairros residenciais operários acomodam-se em estreitas nesgas de terras planas e *pro-parte* submersíveis, entre a base da elevada escarpa e uma extensa e labiríntica planície de maré, do-

minada por mangues.

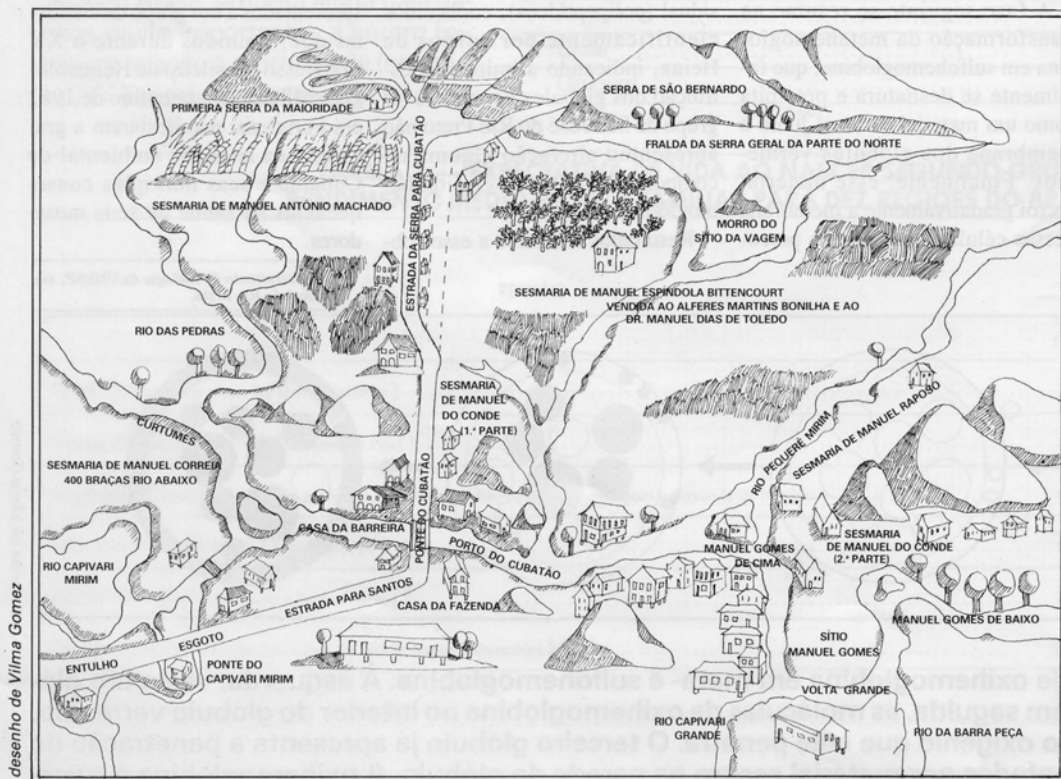
Certamente, houve um crescimento industrial muito rápido em Cubatão. Entretanto, durante a fase principal de implantação de suas indústrias — realizada em apenas duas décadas — não houve qualquer previsão dos impactos sociais relacionados direta ou indiretamente com a industrialização. Partiu-se, aparentemente, do velho pressuposto de que onde haja mercado de trabalho industrial, em países subdesenvolvidos, para lá se deslocam apreciáveis parcelas de populações carentes à procura de empregos. Mais uma vez, cuidou-se da viabilidade técnica e econômica das empresas de um modo frio, calculista e incompleto, nada se fazendo para receber e alojar o operariado industrial. Havia a certeza prévia de que a

mão-de-obra braçal viria um pouco de toda a parte, para disputar empregos nas diversas unidades industriais da região.

Até certo ponto, não houve muita diferença entre o afluxo de populações carentes para Cubatão e os esquemas tão criticados de formação de núcleos anilares de mão-de-obra do tipo dos beiradões e beiradinhos do longínquo Jari. A diferença básica a considerar reside no fato de que aqui estamos às portas de uma região social e econômica considerada “desenvolvida” e potencialmente auto-organizadora, enquanto que no baixo Jari estávamos numa das muitas “margens de humanidade” do país. Lá a mão-de-obra residual se fixou nas beiradas fluviais. Aqui, à míngua de terrenos firmes e saudáveis, apelou-se para os pântanos salinos, sujeitos às flutuações das marés, à poluição hídrica e à autopoluição ocasionada pela própria pobreza. Era de se esperar que, pelo menos, a capacidade de planejar e de organizar dos paulistas tivesse sido chamada a um trabalho sério para evitar que a organização do espaço chegasse a um nível tão caótico e perigoso para o homem-habitante como o atingido em Cubatão.

Enquanto se espera que técnicos e administradores mais esclarecidos adquiram mais sensibilidade para os graves problemas das relações entre o Espaço e a Sociedade, tratemos de compreender as condicionantes físicas e ecológicas de um sítio urbano tão vulnerável a uma agressiva poluição industrial.

**C**o núcleo inicial da cidade era um pequeno porto canoeiro de fundo de estuário, que no passado facilitava a ligação entre Santos e São Paulo de Piratininga, através de um braço de circulação por águas. Assim, vencia-se a travessia da baixada ocupada por uma complexa e labiríntica planície de maré, ex-



Mapa de Cubatão em 1852, baseado no livro *Romagem pela terra dos Andradas*, de Costa e Silva Sobrinho.



tensivamente coberta por mangues e por raros enclaves de matas baixas (com figueiras e palmeiras). Por mais de três séculos, o delta intralagunar, entremeadado por mangues e gamboas, impedia a circulação terrestre e se comportava como espaço ecológico limitante a atividade econômica produtivas.

As condições climáticas desse fundão da Baixada Santista, criado pela conformação da Serra do mar e de seus esporões e situado de 15 a 20 quilômetros de distância dos morros e praias da faixa litorânea de Santos-São Vicente e Guarujá, configuram um clima urbano particularmente agressivo para o habitante e o trabalhador industrial. Em essência, o clima é tropical, quente, chuvoso e úmido, incluindo um aumento ponderável de calor nos setores urbanizados e nos núcleos industriais dotados de grandes áreas construídas, ou focos de calor direto, como é o caso da refinaria da Petrobrás. O tamponamento parcial das planícies aluviais e dos pântanos salinos outrora visitados diariamente pelas lâminas de águas das marés ocasionou a formação de uma célula de calor à altura da parte da cidade mais hermetizada pelas construções urbanas, e células de desigual intensidade, abrangendo o conjunto das grandes indústrias do interespaco situado entre Cubatão e Piaçaguera e seus arredores.

No verão, o calor existente no núcleo central de Cubatão, pelo excesso de construtivismo, e na área industrial de Cubatão-Piaçaguera por forte liberação de energia, ausência de vegetação intramuros e entre pátios industriais, ocasiona um desconforto térmico similar ao de algumas das áreas mais quentes do sertão do Nordeste. Razão pela qual, de passagem, pode-se explicar a adaptação relativa do homem proveniente do Nordeste às duras condições do clima de Cubatão.

A existência de células de calor extremado acima do sítio

urbano-industrial de Cubatão e a falta de movimento do ar a nível da superfície criam um bolsão de ar quente na base da coluna atmosférica, sujeito a movimentos locais de convecção e a inversões térmicas sufocantes por ocasião das variações diurnas e estacionais das temperaturas. Nesse perigoso esquema de movimentos locais do ar, torna-se constante a redistribuição da poluição de gases e particulados em uma área muito maior do que a dos focos emissores de poluição aérea propriamente ditos. Os fracos ventos provenientes do mar, que sopram de leste, do sudoeste e sobretudo do sul na direção de Cubatão-Piaçaguera, têm um papel constante no desvio parcial do ar estagnado e envenenado que recobre Cubatão para o lado da Serra de Paranapiacaba. Não podendo atravessar a Serra do Mar, ao atingir esse fundão da baixada os ventos atlânticos empurram o ar quente e contaminado para as

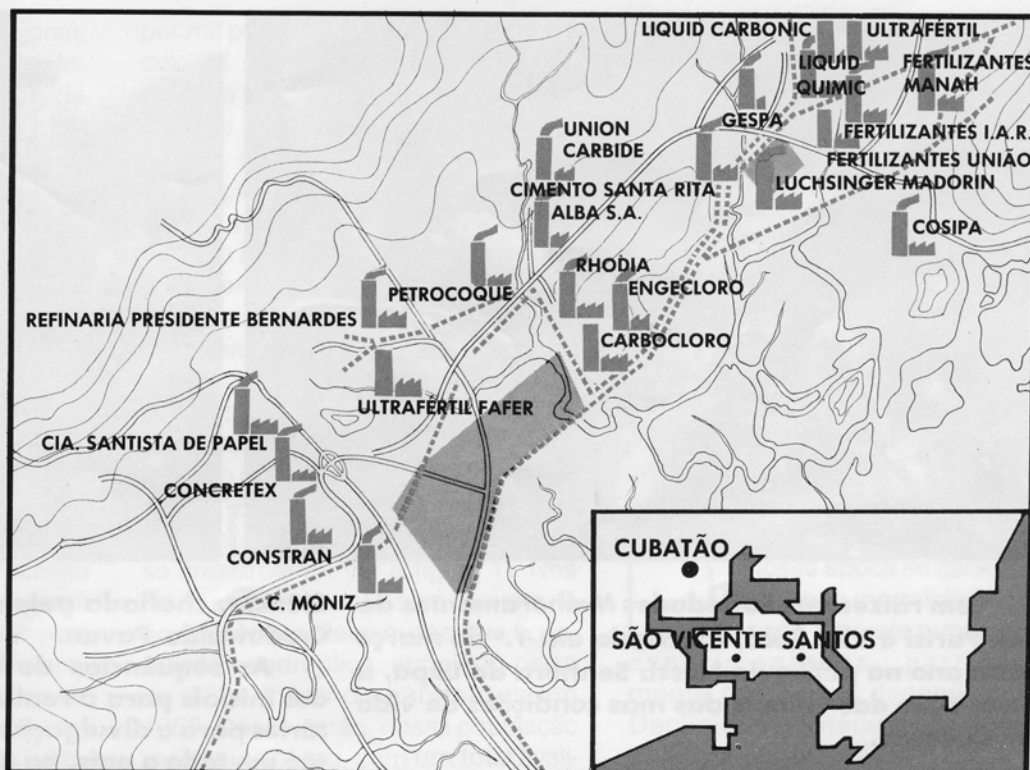
encostas da Serra, onde uma tendência ascensional da massa de ar quente, frente à barreira topográfica da Serra, cria um efeito de chuvas ditas orográficas, particularmente importante em serranias tropicais, como é o caso de nossa Serra do Mar.

A consequência disso tudo é que o forte volume de particulados e de gases, elevados pelo ar quente e posteriormente despejados pelas chuvas orográficas, afeta profundamente a cobertura vegetal das encostas e altos da Serra de Paranapiacaba, tendo sido responsável, em certas fases de máximo envenenamento do ar, pelo generalizado fenecimento da vegetação arbórea existente desde a base ao topo e até um pouco além da cimeira da Serra de Paranapiacaba, somando parcialmente a poluição da baixada com a provocada pelos próprios focos planálticos de poluição.

Não existisse essa tendência generalizada para desviar parcialmente o bolo da poluição

áerea de Cubatão para as encostas e os altos de Paranapiacaba, os efeitos da poluição para a saúde pública do homem-habitante de Cubatão seriam muito mais danosos e irreversíveis, a nosso ver. A capacidade da vegetação para resistir à poluição é geralmente mais forte que a dos homens e animais. Em Paranapiacaba, tanto no setor atlântico como no setor dos "altos" da Serra, nem mesmo a vegetação tropical, densa e exuberante, conseguiu resistir aos efeitos das substâncias químicas e dos particulados lançados ao espaço aéreo regional pelas indústrias de Cubatão. O que teria acontecido, e em que dimensões, se os gases e partículas emitidos pelas indústrias tivessem sido jogados diretamente sobre a população residente de Cubatão, é um fato que escapa à nossa capacidade de avaliação.

\* professor do Instituto de Geografia da USP.



**Localização das indústrias na bacia do rio Cubatão, segundo levantamento da CETESB.**

professor Celso Orsini, que está determinando a concentração de partículas com diâmetro menor que 2,5 microns, as mais danosas porque ficam retidas nos pulmões. E está determinando também a presença específica de certos elementos, como o bromo, o chumbo, e o zinco. Determinação semelhante, feita anteriormente na

Grande São Paulo, mostrou que 46% do material particulado eram constituídos desses perigosos elementos. E que mais de 80% do zinco, bromo, chumbo e enxofre existentes no ar também se apresentavam em partículas diminutas, altamente danosas.

Apesar do grande volume estimado de emissões de enxofre em Cubatão,

as medidas diretas da CETESB de presença do enxofre no ar — outro índice clássico de poluição — indicam apenas 60 a 90 microgramas por metro cúbico, abaixo portanto do limite de 100 microgramas por metro cúbico, em que aumenta a probabilidade de ocorrência de mortes. No entanto, o efeito da presença de enxofre no ar de Cuba-

## Quando o Povo Entra em Cena



Com raízes nas Sociedades Melhoramentos de Vila Parisi e Vila Socó, foi criada em 1.º de março deste ano na paróquia Nossa Senhora da Lapa, a Associação das vítimas das más condições de vida em Cubatão.

Ao primeiro congresso da associação compareceram centenas de pessoas, inclusive uma delegação da Sociedade Brasileira para o Progresso da

Ciência, chefiada pelo seu presidente, professor Crodowaldo Pavan.

As seqüências de fotos fazem parte dos estudos iniciais para a realização de quatro documentários para a divulgação da problemática de Cubatão em todo o país, no âmbito do Projeto Cubatão. Os filmes estão sendo preparados por Zoroastro Sant'anna, cineasta, e Randau de Azevedo Marques, jornalista.



tão é fulminante, e visível. Ocorre que, nas condições úmidas da região, o dióxido de enxofre dos gases poluentes transforma-se em trióxido de enxofre, e depois em vapores de ácido sulfúrico, que caem sob a forma da "chuva que queima", corroendo instalações industriais, tendo efeitos nocivos sobre todas as formas de vida, inclusive a humana.

A contaminação das águas em Cubatão e em todo o estuário de Santos já atingiu índices alarmantes, que a CETESB alega se terem reduzido nos últimos dois anos. As medidas feitas em 1980 sugerem "substancial redução", diz o último relatório da CETESB. No entanto, essa afirmação é baseada em um número muito pequeno de medidas, com desvios muito grandes em relação à média. E esses desvios demonstram a presença frequente de metais, em concentrações superiores aos padrões de controle ambiental.

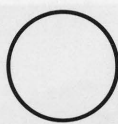
Estudos de L.R. Tommasi, do Instituto Oceanográfico, revelam a presença de até 4,6 partes por milhão (ppm) de mercúrio em vísceras de corvina, dez vezes mais que o máximo permitido (0,5 ppm), e quase metade do teor fatal encontrado nos peixes da baía de Minamata. O mesmo se deu como o teor de cobre nas vísceras de tainhas (57,5 ppm). Tommasi detectou também altas concentrações de zinco em ostras e de cádmio, um dos poluentes, mais perigosos no siri azul.

Se os ensinamentos do caso de Minamata são válidos para o que se passa em Cubatão, o potencial de perigo existente hoje em todo o estuário é muito maior do que sugerem essas primeiras e precárias medidas. Em Minamata, 20 anos depois da primeira descoberta de que havia uma relação causal entre poluição por mercúrio e a ocorrência de distúrbios no sistema nervoso central, ainda se tenta, com grande dificuldade, limpar o lodo da baía. E ainda se descobrem manifestações tardias do mal de Minamata, como altos índices de debilidade mental e deficiências no sistema nervoso em crianças nascidas muito depois do mal já ter sido aparentemente debelado, filhas de pais que não foram atingidos pelo mal.

Lugar eternamente provisorio, quente e úmido, Cubatão tem apenas 84.460 habitantes, e metade dessa população é marginalizada. A maioria chegou lá procurando trabalho em 1978 e depois ficou, já não tanto pelo

emprego mas pelo aluguel barato. (Em Vila Parisi, entre 273 famílias pesquisadas 47% vinham em busca de emprego e 13% em busca de moradia barata.) Os que prosperam fogem para as praias de Santos, distante apenas 16 quilômetros, ou para a metrópole, São Paulo, 57 quilômetros adiante, no planalto. O avesso de uma cidade-dormitório, metade dos que trabalham em Cubatão, inclusive virtualmente todos os profissionais liberais, técnicos e engenheiros, moram em Santos, São Vicente ou Guarujá. A elite local não mora em Cubatão. Nem o juiz, nem o delegado de polícia, nem a maioria dos professores. "Em Cubatão mora quem tem que bater cartão." Por isso mesmo, o atual prefeito, José Passarelli, mora em Cubatão, mas não consegue que seu exemplo seja seguido pela maioria de seus auxiliares imediatos.

O município tem uma das maiores rendas per capita de todo o país. A prosperidade dos cofres municipais é visível na modernidade dos edifícios públicos, mas a isso se contrapõe a pobreza da vida comunitária, especialmente nos fins de semana, quando a cidade se esvazia. E é exatamente nesses fins de semana, ou durante a noite, que ocorrem os grandes surtos de poluição atmosférica, quando as fábricas aproveitam a ausência das autoridades para descarregar poluentes.



Os piores efeitos da degradação ambiental recaem, como sempre, sobre os mais pobres, em alguns bairros colados a grandes empresas, nos quais ao ar envenenado somam-se o alagado contaminado e a ausência de saneamento básico. A mais notável dessas vilas, pela pobreza de suas pessoas e casas, é Vila Parisi, um antigo loteamento quadriculado, cercado por três das indústrias mais poluentes da região. Nela vivem 17.000 pessoas, que o governo agora quer remover. Vila Parisi é tão hostil ao homem, e tão absurda em sua localização, que mesmo pessoas que não tem compromissos com os interesses econômicos das indústrias concordam que a melhor solução para seus habitantes é tirá-los de lá.

Quem mora em lugares como Vila Parisi? Em sua maioria, migrantes das zonas rurais de Minas Gerais e Pernambuco. Ganham entre um e dois salários mínimos, enquanto no centro de Cubatão como um todo o salário fica na faixa entre dois e três mínimos. Em sua maior parte, são trabalhadores das empreiteiras que prestam serviços à COSIPA. Quase todos pagam alu-

guel. Não são sequer prisioneiros de uma propriedade — e sim da condição de destituídos. Uma em cada três crianças em idade escolar de Vila Parisi não vai à escola, enquanto a média para Cubatão como um todo é de uma em cada dez crianças. Quem mora em Vila Parisi, em resumo, segundo pesquisa da própria Prefeitura Municipal de Cubatão, abrangendo mais de 80% de seus habitantes, são os agricultores expulsos do campo, peões da construção civil, depois biscateiros e subempregados, os construtores anônimos do "milagre" que por ele não foram beneficiados.

A pesar da enorme gama e do volume de poluentes descarregados em Cubatão, é relativamente fácil estancar substancialmente esse processo de degradação ambiental. E o motivo é simples: o número de empresas envolvidas é pequeno, assim como o número de processos responsáveis pela maior parte da poluição. A mera substituição do petróleo com alto teor de enxofre por petróleo BTE (Baixo Teor de Enxofre) faria cair substancialmente os índices de poluição atmosférica. O governo relutou por muito tempo em autorizar essa substituição, preferindo a exportação do petróleo BTE que a Petrobrás produz na Bahia, gerando um lucro estimado em 1,4 milhão de dólares por dia. Esse é, portanto, um dos preços que a população de Cubatão, e a de toda a baixada, paga em saúde. Finalmente, quando o Conselho Nacional de Petróleo, pressionado pelos fatos, autorizou a mudança, as empresas resistiram, pois teriam que gastar mais cerca de 418 milhões de cruzeiros mensais, segundo estimativas da CETESB.

A segunda grande fonte isolada de poluição em Cubatão é a rocha fosfatada usada pelas fábricas de fertilizantes. O simples descarregamento dessa rocha levanta formidáveis nuvens poluidoras, que poderiam ser evitadas com seu umedecimento prévio. Mas desde 1975, quando Cubatão foi declarada área crítica, novas fábricas de fertilizantes foram erguidas e o material importado, mais úmido, foi substituído por fosfato de Minas, sem que o governo tornasse obrigatório seu umedecimento, e tudo apenas mudou para pior.

Existem ainda dezenas de processos industriais que teriam que ser modificados com a instalação de filtros. Mas nada disso constitui mistério, existem as técnicas, os equipamentos



Agência F4

### Aspecto de Vila Parisi. Não há vida que possa resistir a tamanha concentração de poluentes.

e até o dinheiro a juros subsidiados, através de financiamento do Banco Mundial. Mas poucas empresas consideram essa tarefa prioritária. A COSIPA, uma das empresas que mais polui o ambiente, já tem prazo para automatizar sua produção, mas não tem prazos tão rígidos para eliminar a emissão de poluentes. As prioridades continuam sendo econômicas, e não humanas.

A CETESB vem aplicando dezenas

de multas contra as empresas, mas essas multas sequer são pagas, pois são contestadas nos tribunais. O projeto "Vale da Vida" é a grande resposta empresarial ao problema, pois ao afastar as populações mais afetadas abre caminho a uma diminuição nas exigências de padrões ambientais. É tudo uma questão de custo versus benefício.

Reduzir o custo do benefício, é a preocupação empresarial. Aumentar o

benefício, mesmo a um custo maior, é o que propõem setores menos comprometidos com o imediatismo do lucro. E o que vai ser decidido na grande batalha ecológica de Cubatão é exatamente onde passará a linha divisória. Não só em Cubatão, mas em todo o país.

**\*Bernardo Kucinski, jornalista, é colaborador de *Ciência Hoje*.**



Agência F4

**A poluição atmosférica de Cubatão atinge números espantosos: as indústrias da região lançam no ar 75 poluentes, num volume total de cerca de 7.000 toneladas por dia.**



Assim como já foi constatado em diversos microorganismos, é possível que muitos animais, e até mesmo o homem, usem o campo magnético da Terra para se orientarem.

# ORIENTAÇÃO MAGNÉTICA

Henrique G. P. Lins de Barros  
Darci Motta S. Esquivel\*

*Depois surgiu um caminhão ligeiro, e, ao aproximar-se, o motorista, vendo o cágado, desviou-se, no intuito de o atropelar. A roda da frente apanhou a orla da carapaça, atirou o animal ao ar com a rapidez de um relâmpago e o fez rodopiar, como se fosse uma moeda, para fora da estrada. (...) Deitado de costas, o cágado manteve-se muito tempo dentro da carapaça. Mas, por fim, as pernas oscilaram no ar, à procura de uma coisa onde pudesse firmar-se. (...) Joad remexeu no casaco e tirou o uísque. O cágado moveu uma perna, mas ele envolveu-o com mais cuidado. (...) Desenrolou o animal e empurrou-o para dentro de casa. Mas, num momento, o animal está lá fora, com a cabeça virada para sudoeste, como estivera desde o princípio.*

 cágado surge nos primeiros capítulos de *Vinhas da ira*, e John Steinbeck o utiliza como elemento de continuidade de sua narrativa. Em diversas partes do início da obra, Steinbeck descreve o caminho atribulado do cágado. Tom Joad, o personagem central do romance, mantém o animal preso em seu casaco, enquanto anda para o local onde sua família morava. Ao encontrar a casa deserta, Joad solta o animal, que esteve preso, sem visão, durante longo tempo. Quando, finalmente, está liberto, o cágado retoma o seu caminho antigo, andando na direção do sudoeste.

Outros animais apresentam a mesma capacidade de se orientar, mesmo em condições adversas. As grandes rotas migratórias de várias aves são um exemplo. Durante certas épocas do ano, inúmeras espécies de animais iniciam uma viagem que as levam a regiões distantes. Este fato intrigante já preocupava Aristóteles, que em seu tratado biológico *História dos animais* abordou o assunto em vários pontos e propôs algumas explicações. Depois de observar que as andorinhas desapareciam durante a estação fria, Aristóteles concluiu que elas se refugiavam

em buracos e não eram mais vistas. O paparroxo se transformava no raborruivo durante o inverno porque, como era observado, durante o verão somente os primeiros eram vistos. Outras transformações deveriam ocorrer, para se explicar o desaparecimento de todos os indivíduos de uma espécie em certas estações do ano.

Observações recentes mostram que tartarugas-verdes nadam cerca de 2.000km, deixando a costa brasileira para desovarem em uma pequena praia da ilha de Ascensão, no meio do oceano Atlântico. Os ovos são enterrados nas areias da praia e, assim que os filhotes nascem, correm em direção ao mar fugindo das gaivotas que os procuram como alimento. Esses filhotes já nascem com um senso de orientação fundamental para a preservação da espécie.

A andorinha-do-mar voa semestralmente cerca de 90.000km, saindo de regiões próximas ao Pólo Norte, atravessando toda a região tropical, e, finalmente, chegando às regiões frias da Antártida. Quando o verão termina no hemisfério Sul, elas iniciam sua jornada de volta. Durante este percurso, são capazes de voar longas distâncias sobre o mar, atravessando o Oceano Atlântico na altura do Nor-

deste brasileiro para atingir a costa oeste da África. (Fig. 1).

Um outro exemplo de orientação animal, bastante difundido e conhecido, é o do vôo de retorno à casa realizado pelos pombos. Quando estas aves são soltas longe de seus pombais, iniciam um vôo que tem como objetivo voltar aos pombais de origem. Várias corridas de pombos são realizadas anualmente, e a precisão com que eles voltam ao lar é impressionante e despertou o interesse de muitos pesquisadores. Para esta viagem de volta, o pombo emprega todas as suas energias, podendo voar distâncias de algumas centenas de quilômetros a uma velocidade média de 70km/h. Pombos treinados raramente se perdem, mesmo quando jamais executaram a travessia. Não precisam conhecer a geografia do terreno para encontrarem sua rota. Estudos realizados em pombos por diversos cientistas mostraram que essas aves utilizam vários mecanismos de orientação. Em dias claros, usam a posição do Sol: de alguma forma, são capazes de saber qual é a hora do dia e a época do ano a fim de identificar, através da observação do Sol, o local em que se encontram e qual direção devem tomar para retornar ao pomal. Estudos realizados

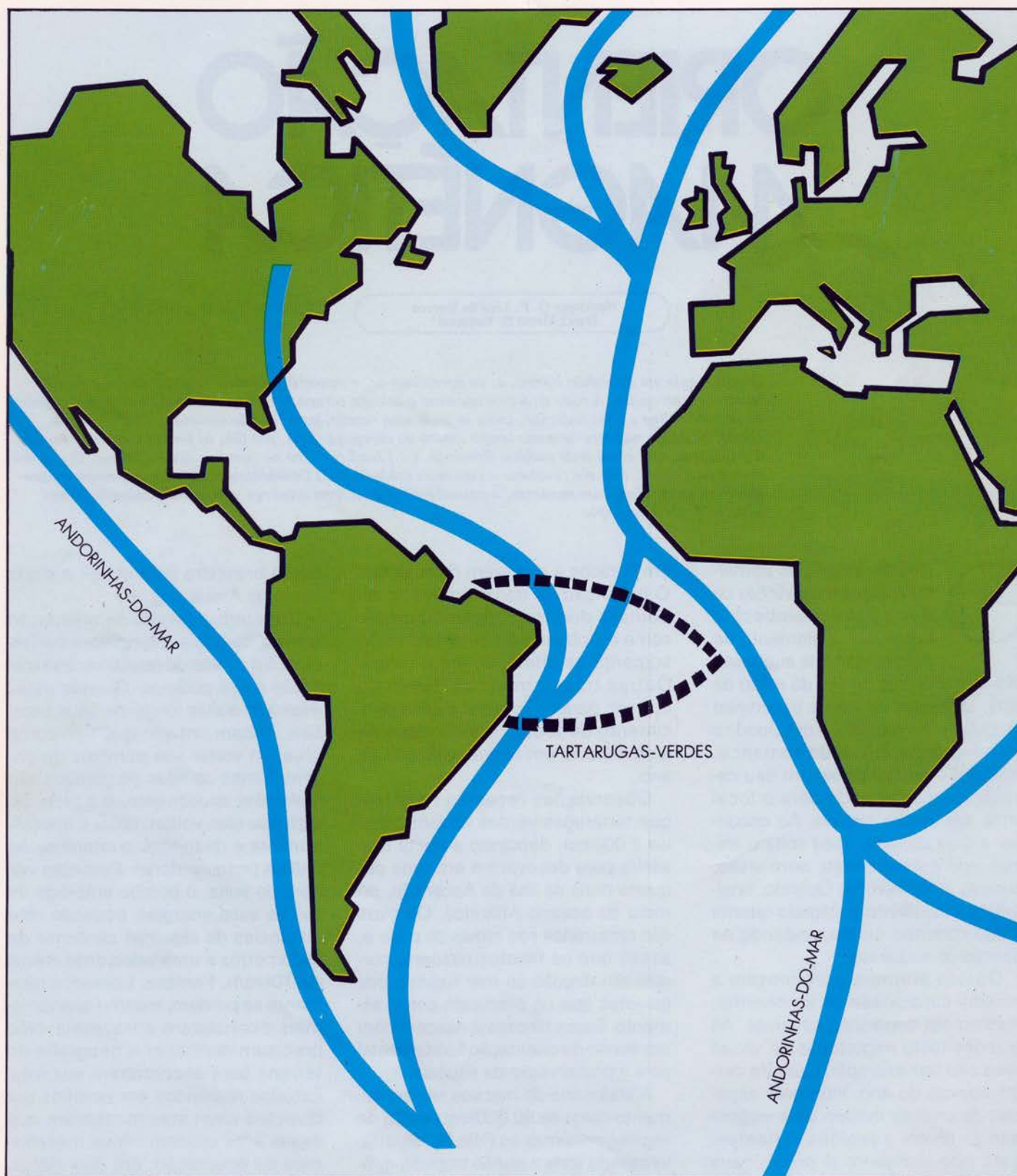


em planetários mostraram que, durante as noites claras, os pombos utilizam a posição de certas estrelas

como referência. Pesquisas desenvolvidas com outras espécies de animais mostram serem comuns as ori-

entações solar e estelar. Tanto no caso da migração quanto do vôo de retorno ao lar, porém, os mecanis-

desenho de Vilma Gomez



**Figura 1. Algumas rotas migratórias das andorinhas-do-mar e das tartarugas-verdes. As andorinhas-do-mar são provavelmente as aves que fazem o maior vôo de migração do planeta. Elas desovam na costa nordeste da Europa, na Ásia e na América do Norte durante o período de junho a**

**setembro. Durante o verão do hemisfério Sul, elas migram para regiões antárticas. As tartarugas-verdes empreendem uma viagem de cerca de 2.000km para desovarem na ilha de Ascensão, no meio do oceano Atlântico.**

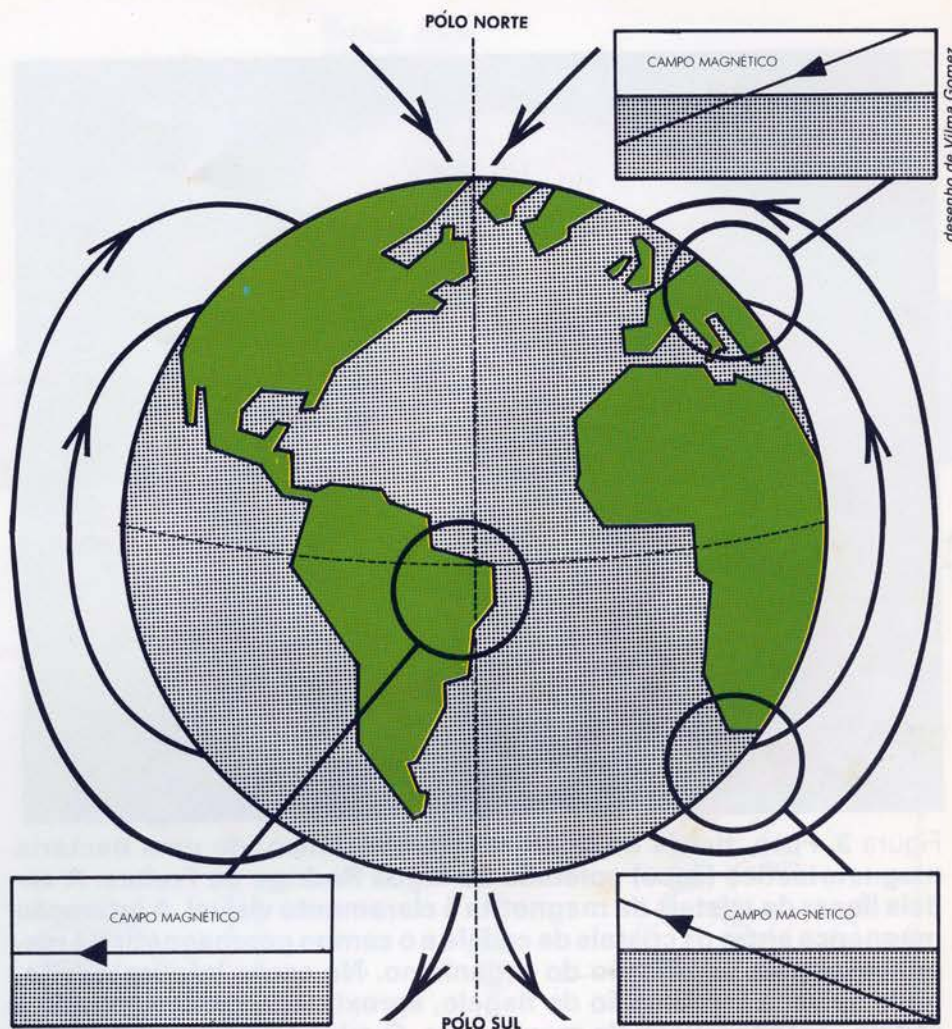


mos de orientação utilizados por esses animais em condições de tempo adversas ainda estão sendo estudados.

Uma hipótese levantada há mais de vinte anos é a de que o campo magnético da Terra pode fornecer informações importantes para a orientação e navegação de animais, e tem sido sistematicamente considerado no caso dos pombos. Os resultados destas pesquisas, realizadas inicialmente por C. Walcott e R.P. Green, da Universidade de Cornell, em Nova York, mostraram que em certas condições o pombo é afetado pelo campo magnético, indicando a possibilidade de que o campo geomagnético seja usado como base de referência. Colocaram-se ímãs na região da cabeça de pombos em dias de pouca visibilidade, e eles tiveram seu senso de orientação perturbado.

Falar que o campo magnético da Terra pode ser usado como referência para orientação remete-nos logo à idéia da bússola, o instrumento "mágico" que possibilitou a realização das grandes travessias marítimas a partir do século XV. Apesar de utilizada como instrumento de navegação, a bússola não tinha seu funcionamento compreendido na época. O princípio básico da bússola só ficou conhecido após os trabalhos sobre magnetismo terrestre publicados em 1600 pelo médico e físico inglês W. Gilbert, o primeiro pesquisador a propor que a Terra era magnetizada.

Podemos visualizar esse campo de forma elementar se imaginarmos que temos, no interior da Terra, uma enorme agulha magnetizada, com o pólo sul magnético apontando para o norte geográfico e o norte magnético para o sul geográfico. A representação gráfica deste campo pode ser feita através de suas linhas de força, e é apresentada na figura 2. Se suspendermos uma agulha imantada na superfície da Terra, ela apontará a extremidade sul para o lado norte magnético, e vice-versa. Dizemos então que a agulha imantada sofre uma rotação devida à presença do campo terrestre, alinhando-se a este campo sem, porém, ser atraída por ele. Observamos também que a agulha da bússola só fica horizontal numa região que chamamos de equador magnético



desenho de Vilma Gomez

**Figura 2. Linhas do campo magnético da Terra no modelo descrito no texto. Neste modelo, o campo nos pólos é perpendicular à superfície da Terra e o equador magnético coincide com o equador geográfico. O campo real apresenta várias distorções que não são importantes para a análise qualitativa do fenômeno da orientação magnética.**

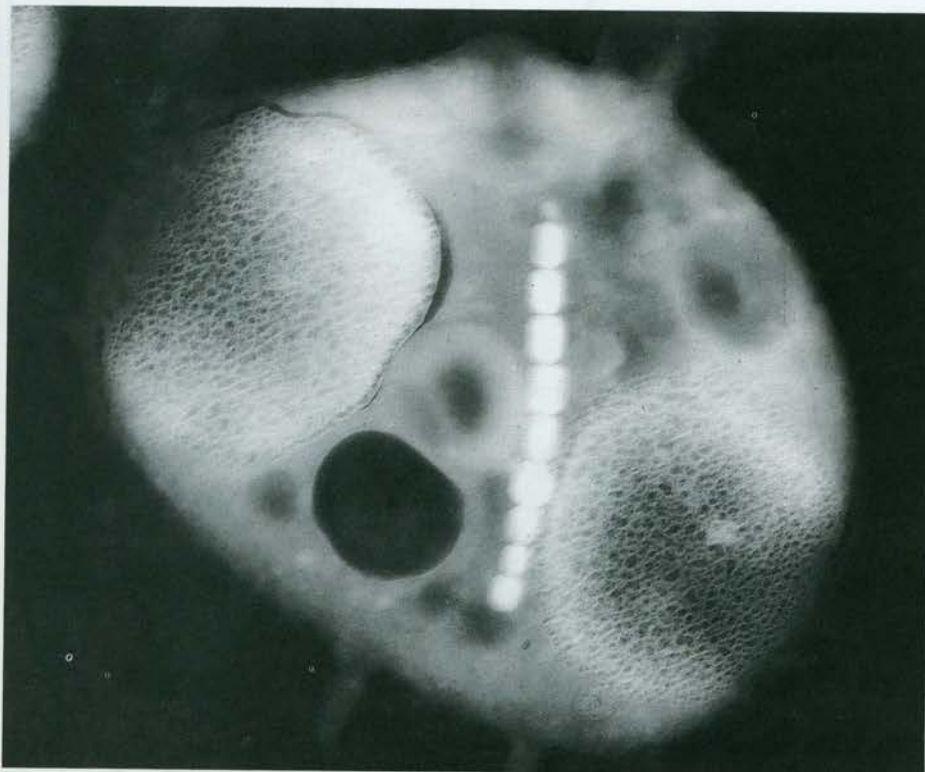
(próxima ao equador geográfico); fora desta região, ela fica com a extremidade norte inclinada para cima no hemisfério Sul e para baixo no hemisfério Norte.

A bússola é simplesmente o instrumento que possibilita esta orientação, e é composta pela agulha e pelo sistema de suspensão da agulha. A bússola não orienta o navio, mas fornece os dados para serem usados durante a escolha da rota. Assim, como a bússola é um instrumento que fornece informações e deve ser "lido", supõe-se que o mecanismo que atua sobre o pombo não é o mesmo de uma bússola, sendo constituído por material magnético que interage como o campo geomagnético mas transmite as informações diretamente para o sistema nervoso da ave. De fato, em fins de 1980, foi encontrada magnetita, um óxido magnético do ferro ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), na região da

cabeça do pombo, o que parece indicar a existência de sensores magnéticos nesta ave.

Trabalhos realizados por diversos grupos do mundo inteiro se têm voltado para a procura e a compreensão destes sensores magnéticos, sem que no entanto se tenha ainda chegado a resultados conclusivos. A procura de material magnético em animais, realizada nos últimos anos, tem trazido surpresas aos pesquisadores que se dedicam ao estudo da biomineralização. Embora se conheça relativamente bem os processos de mineralização de carbonatos, fosfatos etc. em seres vivos, até poucos anos atrás não se conhecia nenhum exemplo de organismo vivo que produzisse a magnetita através desses processos. Só a partir dos estudos em um molusco do gênero *Chiton* realizados





**Figura 3.** Foto, tirada ao microscópio eletrônico, de uma bactéria magnetotática (coco) coletada na lagoa Rodrigo de Freitas. A cadeia linear de cristais de magnetita é claramente visível. A interação magnética entre os cristais da cadeia e o campo geomagnético é responsável pela orientação do organismo. No canto inferior direito, pode-se ver a terminação do flagelo, aproximadamente alinhado à cadeia, responsável pelo movimento. O cristal da extremidade superior da cadeia está em formação. (Microscopia eletrônica de Marcus Farina, do Instituto de Biofísica da UFRJ).



**Figura 4a.** Foto, tirada ao microscópio eletrônico, de uma bactéria magnetotática (coco) coletada na lagoa Rodrigo de Freitas, em que os cristais de magnetita estão dispostos numa cadeia em L. A razão da cadeia em L não é compreendida mas, provavelmente, a magnetização resultante é paralela à direção do movimento. O flagelo não aparece na fotografia.

há 20 anos por H.A. Lowenstam, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (CALTECH), é que se teve a primeira evidência da biomineralização da magnetita em animais. O processo por que o ferro passa até ser cristalizado na forma de magnetita ainda não é compreendido, e constitui um dos campos atuais do trabalho de vários biólogos, bioquímicos e biofísicos. Após os trabalhos de Lowenstam, encontrou-se magnetita biomineralizada em vários outros seres vivos, mostrando que esse processo é bastante comum.

A magnetita é extremamente densa e possui magnetização permanente, o que pode ser uma indicação da existência de sensores magnéticos, é já foi encontrada em tartarugas, morcegos, pombos, atuns, abelhas, algas, bactérias etc. A influência do campo magnético da Terra sobre o comportamento de seres vivos foi apontada nos pombos; nas abelhas, que o utilizam como elementos de orientação do voo e como referência durante a dança que realizam quando à procura do néctar; em algas verdes, e em bactérias. É apenas nestes dois últimos organismos, porém, que o mecanismo de atuação do campo parece estar estabelecido.

Bactérias são pequenos organismos vivos, constituídos por uma única célula, e constituem, juntamente com as algas cianofíceas, o reino *Monera*. São organismos que apresentam pequena organização celular, e é provável que a vida sobre a Terra se tenha iniciado a partir de or-



**Figura 4b.** Detalhe ampliado de uma cadeia em L.



ganismos deste reino há mais de 3,5 bilhões de anos.

Apesar de aparentemente simples, as bactérias são organismos complexos, capazes de um comportamento bastante elaborado. Entre as bactérias, existe um grupo, provavelmente o mais recente na escala evolutiva, capaz de se movimentar no meio; são as bactérias flageladas, que utilizam os filamentos longos e delgados (flagelos) que possuem presos ao corpo para nadar. Esses organismos procuram os nutrientes e possuem alguns sensores capazes de, por exemplo, informar se a quantidade de oxigênio no meio está aumentada ou não. Esses sensores, situados na membrana da célula, fornecem dados para que ela reaja a estímulos externos; deste modo, uma bactéria pode evitar regiões em que a concentração de um determinado composto químico é alta. Este tipo de deslocamento é chamado de *tactismo*, e constitui uma resposta a um estímulo externo. Quando um organismo responde à luz, chama-se de *fototactismo*. Quando responde a variações químicas, como no exemplo acima, de *quimiotactismo*.

**P**ara o estudo da percepção magnética em seres vivos, teve grande importância a descoberta, feita em 1974 por R.P. Blakemore, da Universidade de New Hampshire, de bactérias que apresentam um tipo de tactismo até então desconhecido, que recebeu o nome de *magnetotactismo* ou *magnetotaxia*. Essas bactérias, encontradas em regiões logo acima do fundo lodoso do lago de Woods Hole, em Massachusetts, são influenciadas pelo campo geomagnético, como descreveremos adiante.

Pesquisas posteriores mostraram que bactérias magnetotáticas são bastante comuns, sendo encontradas nas formas esférica (cocos), cilíndrica (bastonetes) ou espiralada (espirilos). O exame destas células ao microscópio eletrônico mostra a existência de regiões escuras, cada uma delas de forma geométrica bem definida (em alguns casos cubos e, em outros, prismas de base hexagonal), envoltas por uma membrana e situadas no interior da célula (figuras 3 e 4). A análise espectroscópica dessas

regiões, feita por Blakemore e R.B. Frankel, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), mostra que elas são cristais de magnetita com dimensões que variam entre 400 e 1.000 Ångströms, ou seja, quatro a dez milionésimos de centímetro. O número de cristais por célula varia entre 6 e 10 para os cocos e entre 15 e 20 para os espirilos. Por sua dimensão, esses cristais biomineralizados situam-se na estreita região dos monodomínios magnéticos (ver figura 5).

Células coletadas numa determinada região apresentam cadeias cristalinas praticamente idênticas, com o mesmo número e dimensão de cristais. Normalmente, a microscopia eletrônica mostra duas pequenas regiões escuras situadas no fim da cadeia, uma indicação de que os cristais estão sendo formados no interior da célula. Em geral estes cristais formam uma cadeia linear, mas podem ocorrer outras distribuições (em L, em X), conforme se pode ver na figura 4.

**N**a escala evolutiva, o passo mais importante para o desenvolvimento do ser vivo ocorreu há cerca de 1,3 bilhão de anos, quando apareceram as primeiras células que continham material genético envolto por uma membrana no interior do citoplasma, o núcleo. Estes organismos, ainda unicelulares, têm uma organização bastante mais complexa do que as bactérias e algas cianofíceas e, provavelmente, possibilitaram toda a evolução posterior dos seres vivos. As bactérias e algas cianofíceas são organismos chamados *procaríotos* (de *pro*-antes, e *karyon*-núcleo), ou seja, desprovidos de núcleo celular, enquanto todos os outros seres vivos conhecidos apresentam células com núcleos, e são chamados *eucaríotos* (*eu*-verdadeiro). A descoberta do magnetotactismo em bactérias constitui um importante avanço no estudo do biomagnetismo. Mas o estudo de organismos eucaríotos unicelulares pode fornecer dados novos para a compreensão da influência do campo magnético sobre o comportamento de seres mais complexos na escala evolutiva.

Algas verdes unicelulares do gênero *Chlamydomonas* são organis-

mos microscópicos de cerca de 10 $\mu$  (10 milionésimos de metro) de diâmetro, e possuem dois flagelos. São organismos clorofilados, e por isso considerados vegetais. Contudo, são flagelados e possuem movimento. São quimiotáticos. Como as mariposas que, ao perceberem a luz, voam para perto da fonte, estas algas nadam para regiões mais claras. Ou seja, são também fototáticas. Encontram-se geralmente em águas doces, constituindo um gênero com mais de 500 espécies.

Há cerca de um ano começamos, com J. Danon e P.H. A. Aragão, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, a estudar o fenômeno da magnetotaxia em microorganismos na região do Rio de Janeiro. Este trabalho nos levou a fazer um estudo sistemático, que mostrou a existência de organismos que apresentam resposta ao campo geomagnético nas águas da lagoa Rodrigo de Freitas. Um destes organismos foi identificado, por L.P.H. Oliveira, do Instituto Oswaldo Cruz, como sendo uma alga verde do gênero *Chlamydomonas*. Essa observação constitui a primeira evidência de um organismo unicelular eucarioto magnetotático (figuras 7 e 8).

**M**as o que é ser sensível ao campo geomagnético? O que é ter uma resposta ao campo magnético? O que é magnetotaxia?

Como foi dito anteriormente, a microscopia eletrônica de bactérias magnetotáticas apresenta uma cadeia de cristais de magnetita. Esta cadeia funciona como uma microscópica agulha magnetizada, situada no interior da célula. O organismo está em suspensão na água, e dessa forma funciona como se fosse uma bússola. O campo magnético alinha a cadeia cristalina, e os flagelos produzem o movimento. Assim, bactérias e algas nadam na direção determinada por esse campo. Mesmo quando mortas, as bactérias e algas se orientam, mas não se movimentam, o que mostra que o movimento é produzido somente pelo flagelo.

Tudo indica que a cadeia cristalina é paralela à direção do movimento. Existem dois tipos de microorganismos sob o ponto de vista da orientação magnética: os que nadam na



direção norte e os que nadam na direção sul. Isto se deve ao fato de que, embora a cadeia cristalina se alinhe com o campo magnético, os flagelos se localizam em extremidades diferentes nos dois tipos de organismos. Como o campo geomagnético é inclinado (ou seja, não é horizontal) fora da região do equador magnético, os microorganismos magnetotáticos nadam para cima ou para baixo. Amostras de águas do Rio de Janeiro apresentam um número muito grande de microorganismos tipo sul, ou seja, que nadam para o fundo no hemisfério Sul. Águas coletadas no hemisfério Norte apresentam um maior número de bactérias do tipo oposto. Na região do equador magnético, foram encontrados números aproximadamente iguais de bactérias dos dois tipos (figura 6).

É possível que algumas bactérias magnetotáticas sejam anearóbias ou microaeróbias, isto é, vivendo tanto em meios onde o oxigênio é inexistente como em meios onde este só se encontra em pequenas quantidades. Blakemore conseguiu isolar e obter, até o momento, a única cultura de bactérias magnetotáticas: um espirilo aquático (*Acquaspirillum*) de dimensões de alguns micrômetros. Estas bactérias são microaeróbias e a magnetotaxia pode ser um mecanismo eficiente para ela alcançar as regiões fundas onde a pressão do oxigênio é baixa.

Esta interpretação explica, parcialmente, as observações feitas em águas dos hemisférios Norte e Sul, mas se depara com alguns problemas. Em primeiro lugar, são encontradas bactérias tipo norte no hemisfério Sul. Embora em pequeno número, estas bactérias podem ser encontradas nas amostras em que predominam as do tipo sul. Em segundo lugar, os trabalhos realizados na região de Fortaleza, próxima ao equador magnético, com F. Torres, da Universidade Federal do Ceará, e com R. Frankel, mostraram que existe aproximadamente o mesmo número de bactérias norte e sul na mesma gota de água. De acordo com a explicação anterior, deveríamos esperar que o campo geomagnético separasse os dois tipos de organismos e estes se distribuíssem em regiões opostas no ambiente natural.

Uma outra explicação para o fenô-

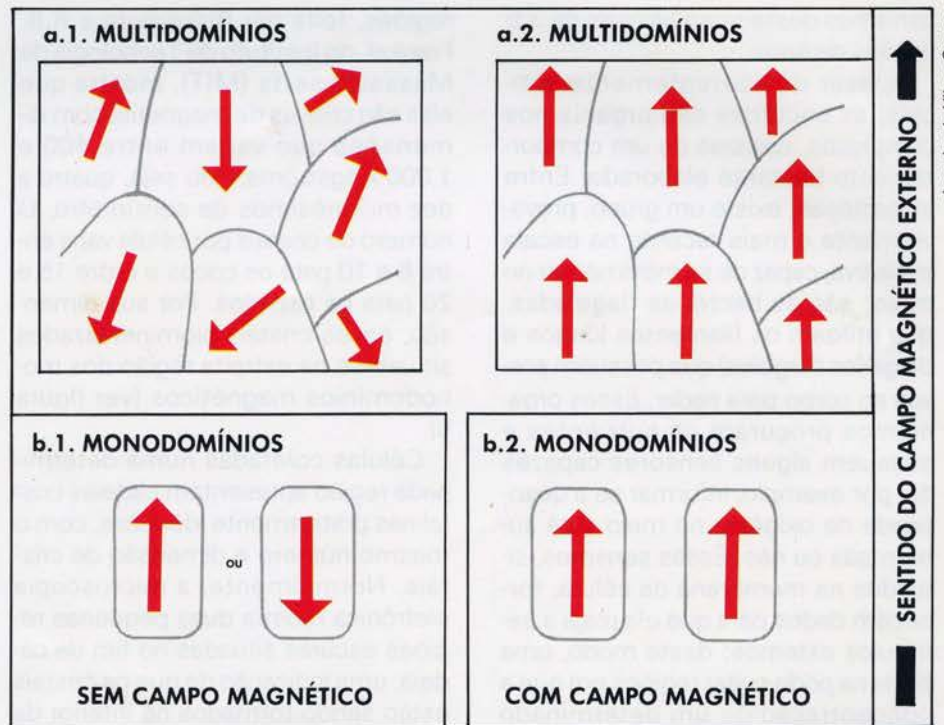


Figura 5. O material magnético possui uma estrutura cristalina e é constituído por várias regiões com forte magnetismo, denominadas domínios magnéticos (a.1). Na ausência de um campo magnético externo, esses domínios se apresentam desalinhados. Na presença de um campo magnético externo, estes domínios se alinham, tendo um campo resultante (a.2).

Quando a dimensão do cristal é muito pequena, menor do que a de um domínio, o cristal possui uma única região magnetizada e é chamado de monodomínio (b.1). Na presença de um campo magnético externo, o monodomínio se alinha ao campo (b.2). Como o monodomínio não apresenta várias regiões que podem anular os efeitos umas das outras, ele é sempre magnetizado.

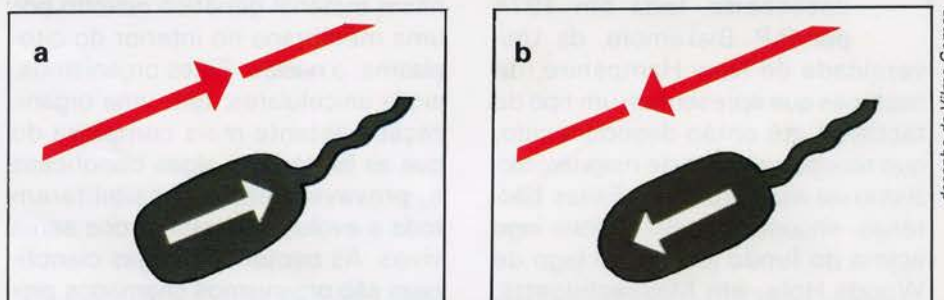


Figura 6. Microorganismos magnetotáticos:

a. Tipo sul - a magnetização é paralela ao campo e antiparalela à direção do movimento.

meno da magnetotaxia pode ser pensada. Os mecanismos de tactismo são maneiras que o ser vivo desenvolveu, ao longo de todo o processo da evolução, para conseguir se orientar e achar regiões mais ricas em nutrientes etc. No caso da quimiotaxia, por exemplo, a bactéria inicia um movimento em uma direção qualquer e, após nadar algum tempo, o organismo compara as características físico-químicas no meio novo com as

b. Tipo norte - a magnetização é paralela ao campo e paralela à direção do movimento.

do meio anterior. Se estas características apresentarem uma alteração desvantajosa para ela, a bactéria executa um movimento brusco com o seu flagelo e inicia uma caminhada em nova direção. A direção da trajetória não é escolhida e ocorre ao acaso. Para que a bactéria saia de uma região em que as condições não são propícias para ela e atinja uma região melhor, é necessário que ela tente vários caminhos.



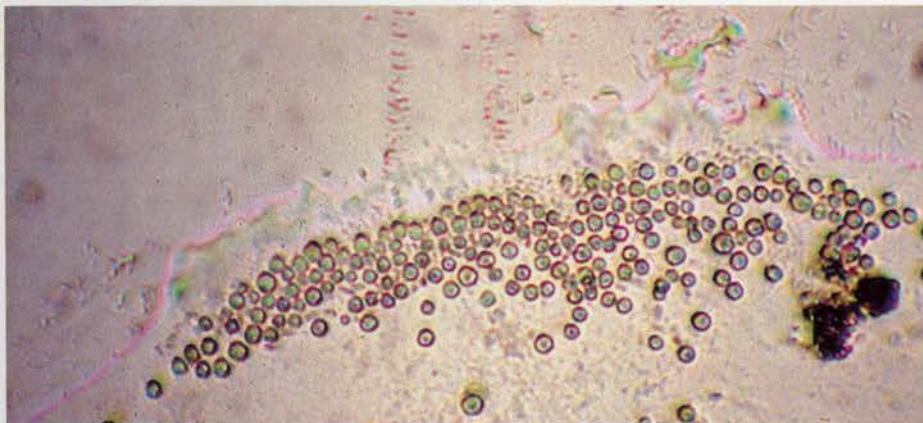


Figura 7. Algas magnetotáticas aglomeradas na extremidade de uma gota d'água por ação do campo magnético.

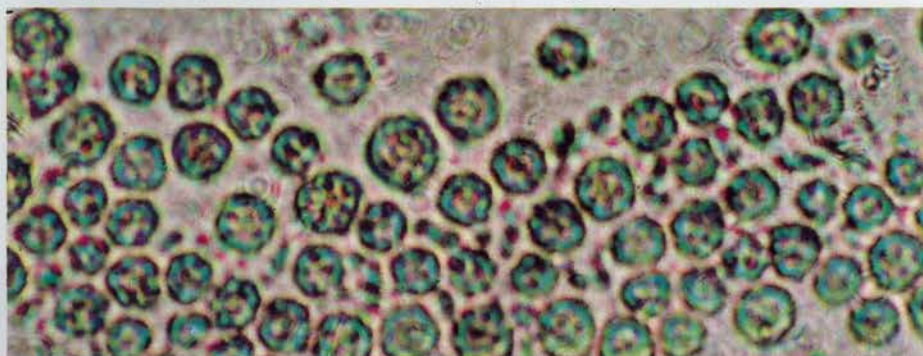


Figura 8. Detalhe ampliado de algas magnetotáticas da lagoa Rodrigo de Freitas.

Já no caso da magnetotaxia, esse procedimento é bastante simplificado e a eficiência do deslocamento é várias vezes maior. Como o campo geomagnético interage com o organismo e reduz as possibilidades de movimento, a bactéria está restrita a andar somente acompanhando as linhas de força do campo, e assim deve decidir se nada numa direção ou na outra. Trata-se de um mecanismo mais eficiente, porque possibilita que a célula nade distâncias maiores em tempo menor.

Neste mundo microscópico, neste mundo em que os organismos são somente 50.000 vezes maiores que as moléculas de água, qualquer variação do meio produz alteração no movimento. Efeitos de temperatura são importantes, pois são responsáveis pelo movimento desordenado de agitação das partículas descoberto por R. Brown no século XIX (movimento browniano). Bactérias e algas apresentam este movimento desordenado que compete com todos os movimentos orientados. No caso de organismos magnetotáticos, a energia de interação magnética deve ser maior que a energia térmica para que haja uma orientação efetiva. De fato,

a quantidade de magnetita encontrada nas bactérias estudadas é suficiente para fornecer uma energia de interação com o campo geomagnético cerca de doze vezes maior que a energia térmica. Cálculos feitos através da dinâmica do movimento mostram que as algas magnetotáticas devem possuir uma quantidade de magnetita dez vezes maior que a das bactérias. Durante a divisão celular, quando a célula se divide em duas para dar origem a dois novos organismos, é provável que a cadeia de cristais também se divida aproximadamente ao meio, permitindo, dessa forma, que as células-filhas ainda possuam uma orientação eficaz.

A magnetotaxia é um dos mecanismos de resposta ao campo geomagnético em alguns seres vivos. As bactérias e algas magnetotáticas apresentam esta resposta passiva ao campo, que não depende de nenhuma função vital.

Há indicações de respostas muito mais elaboradas em outros seres vivos. Os pombos apresentam uma resposta indireta em que, diante do campo magnético, o animal elabora a

conduta e age, levando em conta todos os estímulos que está percebendo. O pombo, as abelhas e várias outras espécies animais apresentam uma sensibilidade muito grande à alteração do campo magnético, sendo afetados por alterações locais ou por tempestades magnéticas solares que produzem uma variação de alguns centésimos no valor do campo da Terra.

Os trabalhos nesta área mostram que o fenômeno de biomineralização de magnetita é muito comum em seres vivos. O estudo da resposta ao campo magnético em animais ainda se encontram em sua fase inicial, mas trabalhos realizados por R. R. Baker, da Universidade de Manchester, indicam que o homem possui um sentido de orientação magnética que normalmente não é considerado. Estes trabalhos, entretanto, são questionados por alguns pesquisadores, e será necessário intensificar a pesquisa nessa área para que se possam conhecer novos aspectos das potencialidades do homem.

Assim como as bactérias e algas magnetotáticas, assim como os pombos que retornam ao lar nos dias e noites nublados, as andorinhas, as tartarugas, as abelhas, o cágado de *Vinhas da ira* e talvez o homem utilizam o campo geomagnético como importante elemento para sua orientação. Esta percepção do campo magnético terrestre mostra, mais uma vez, que os organismos vivos estão intimamente ligados ao planeta, formando um todo integrado, conhecendo o seu meio através de uma experiência herdada de seus ancestrais. O ser vivo é a memória viva da Terra, memória desta aventura que se iniciou há uns 3,5 bilhões de anos, quando surgiram as primeiras células.

\*Doutores em física, pesquisadores-associados do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas / CNPq, Rio de Janeiro.

#### SUGESTÕES PARA LEITURA:

Chauvin, Rémy. *A etologia: estudo biológico do comportamento animal*. Zahar, 1977.  
Blakemore, R.P., e Frankel, R.B. "Magnetic Navigation in Bacteria". *Scientific American*, dezembro de 1981, vol. 245 n.º 6.  
Gould, J.L. "The Case for Magnetic Sensitivity in Birds and Bees (such as it is)". *American Scientist*, 1980, vol. 68.  
Lowenstam, H.A. "Minerals Formed by Organisms". *Science*, 1981, vol. 211.



O poder de mobilização do futebol, levado ao extremo durante a disputa da Copa do Mundo, desperta questões sobre valores e hábitos de nossa sociedade que interessa discutir de forma mais aprofundada.

# FORÇA ESTRANHADA

Ricardo Benzaquen de Araujo.

Nestes dias em que escrevo, algumas semanas antes de mais uma Copa do Mundo, fica bastante evidente a importância do futebol na nossa vida social. Assim, o espaço a ele destinado nos meios de comunicação é aumentado, e são desencadeadas uma série de campanhas e promoções comerciais tendo como motivação a copa; há, enfim, uma espécie de "contaminação" de outras áreas do nosso cotidiano pelo futebol.

Qual a razão disto tudo? Uma resposta bastante comum a esta indagação afirma que, "na realidade", toda essa movimentação não passaria de um enorme esforço de mistificação planejado pelo governo, que estaria interessado em supervalorizar o futebol para fazer com que, em um ano de eleições, a crise econômica e os problemas políticos fossem relegados a um segundo plano pela população.

Sem descartar inteiramente esta possibilidade, creio que a resposta a essa pergunta exige que discutamos problemas bem mais difíceis do que os que se resumiriam numa simples "conspiração" governamental. De fato, mesmo que aceitássemos plenamente esta hipótese, ainda teríamos de explicar por que essa tentativa de manipulação tem como alvo precisamente o futebol, e não outro esporte ou outra atividade qualquer. Ou será que o nosso Estado é tão poderoso que pode escolher livremente

as áreas em que irá iludir a população, impondo seus projetos à sociedade como se escrevesse numa folha de papel em branco?

Na verdade, acredito que as propostas que visam à utilização ideológica do futebol, como, por exemplo, ocorreu na Copa do Mundo de 1970, são elaboradas exatamente porque a popularidade deste independe, no fundamental, de todo apoio ou patrocínio estatal. Este argumento, que contraria inteiramente a explicação que vínhamos debatendo, faz com que as tentativas de manipulação do futebol, feitas pelo Estado ou qualquer outra entidade política, apareçam como *consequência* da sua prévia importância, e não como fonte de seu prestígio.

Se isto é verdade, se o sucesso popular do futebol não é produzido por ninguém, mas depende de uma lógica e de um poder de mobilização intrínsecos, somos, então, colocados diante de uma questão extremamente complexa, que é a de tentar compreender as razões que criam o verdadeiro "fascínio" provocado pelo futebol em nossa sociedade.

Uma resposta cabal a esta pergunta, contudo, parece ser muito pouco provável. Além da dificuldade do tema, e das naturais limitações de espaço deste artigo, é preciso também levar em conta o fato de que existem pouquíssimos trabalhos que tentem pensar sociologicamente o mundo do futebol. Dessa maneira, procurar esgotar o assunto,

"resolvendo" o problema através de alguma fórmula, seria um procedimento totalmente descabido, e quase ridículo.

Creio, entretanto, que é possível tentar levantar algumas hipóteses que, somadas às análises já existentes, possam ajudar-nos a entender melhor a enorme força e popularidade do futebol entre nós. Essas hipóteses, que tentarei desenvolver a seguir, implicam em definir o mundo do futebol como um contexto no qual predominam valores democráticos, marcados por ideais de liberdade e igualdade.

Isto não quer dizer, evidentemente, que esses sejam os únicos princípios presentes no futebol. Saliento apenas que, ao contrário de uma série de outras áreas da sociedade brasileira, onde imperam normas e



O uniforme de clube "despe" o torcedor de sua identidade civil, deixando-o com os mesmos direitos de qualquer outro. No sentido horário, torcidas do Bangü (Rio), Internacional (Porto Alegre), Corinthians (São Paulo) e Flamengo (Rio).









**A utilização ideológica do futebol, como ocorreu na Copa do Mundo de 1970, resultou da popularidade do esporte que, no fundamental, independe do apoio ou do patrocínio do Estado.**

valores derivados da nossa longa tradição "autoritária", baseados no "paternalismo", na "conciliação," e nas relações pessoais, o futebol vai privilegiar idéias diferentes, liberais e democráticas, conseguindo inverter, assim, esta mesma tradição. É precisamente a partir daí, na minha opinião, que devemos tentar encontrar as razões de seu prestígio e de sua incrível difusão.

Não se deve estranhar que uma atividade esportiva veicule popularmente, em nossa sociedade, padrões de comportamento liberais. O esporte, em geral, presta-se muito bem à propagação desses valores, pois está baseado em alguns princípios, como a competição e o "desempenho", que também ocupam um lugar da maior importância dentro da doutrina liberal.

Todos dois, assim, encaram o con-

flito, a competição, não como algo destrutivo, que deva ser eliminado, mas como o próprio fundamento da atividade humana. Conseqüentemente, se tomarmos o esporte como exemplo, veremos que se pensa que as *diferenças* entre atletas, times e clubes são absolutamente irredutíveis. Elas devem ser exasperadas até a vitória de um dos oponentes e nunca diminuídas, o que faz com que a preocupação com o conflito atravesse, de ponta a ponta, o mundo do esporte.

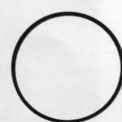
Este mundo, inclusive, só é possível se, como na economia de mercado, regida por valores individualistas e liberais, todos concordarem, legitimamente, em discordar. Desta forma, cada agremiação deve preocupar-se basicamente consigo própria, com o seu fortalecimento interno, com a ampliação das suas chances de derrotar seus adver-

sários. Estes, por sua vez, devem ter sua privacidade absolutamente respeitada, pois a vitória só é válida se for obtida numa arena pública, segundo regras imparciais e conhecidas por todos. Como se pode constatar, temos aí princípios muito parecidos com os que foram criados pela ideologia liberal.

Se o esporte, portanto, aproxima-se das idéias liberais pela ênfase que dá à competição, temos, então, que discutir a maneira específica pela qual o futebol irá vivenciar esta categoria. Para tanto, devemos nos lembrar que o futebol, embora seja um jogo coletivo, abre grandes possibilidades para o "brilho", para a realização individual.

**A**o contrário, por exemplo, do basquete, que limita severamente em trinta segundos o tempo que cada equipe tem para atacar, além de controlar a mobilidade dos atletas — cada jogador só pode conduzir a bola caso esteja movimentando-se; se parar, é obrigado a passá-la —, no futebol não existem essas restrições. Assim, o futebol abre espaço para uma extrema *individualização* da competição, pois o jogo, com muita frequência, termina por se resumir a confrontos entre dois jogadores, verdadeiros "duelos", nos quais as armas mais decisivas são o drible e o controle de bola, qualidades que dependem, eminentemente, da técnica individual de cada um.

Note-se que as regras do futebol não obrigam, formalmente, que ele seja jogado dessa maneira, a partir da habilidade de cada jogador. A grande maioria dos países europeus, por exemplo, pratica um futebol que se aproxima muito do "estilo" do basquete, diminuindo a importância dos dribles e aumentando a dos lançamentos em profundidade, fazendo enfim com que os movimentos "táticos" do conjunto prevaleçam sobre as exibições de técnica individual.



futebol, então, considerado abstratamente, tanto pode ser jogado de forma mais individual quanto mais coletiva. O que me

importa assinalar é que, no Brasil, ressaltando-se todas as exceções e



**Caso extremo da individualização do confronto no futebol foram os lendários duelos de Garrincha com seus marcadores, os "Joões".**



variações regionais, ele tem privilegiado muito mais a primeira alternativa, dando primazia à habilidade individual sobre o jogo de conjunto. Isto, como já foi dito, faz com que a competição apareça, no nosso futebol, de forma extremamente individualizada, o que acentua o paralelismo que vinha estabelecendo com a doutrina liberal. Com efeito, o *individualismo*, elemento básico desta doutrina, encontra no futebol um dos contextos em que sua aplicação, em nossa sociedade, é mais legítima e difundida.

Mas esse paralelismo pode ser levado ainda mais adiante. Para tanto, basta observarmos que, ao optar por um jogo fundado na técnica, no individualismo dos atletas, o futebol brasileiro acaba por dar uma importância especial ao *talento* de cada jogador, e esta categoria possui algumas características que aprofundam, significativamente, o sentido igualitário e liberal do futebol.

A primeira delas liga-se ao fato de que o talento é um "dom" natural, congênito e intransferível. Ele pode, portanto, "atingir" impessoalmente indivíduos situados em qualquer faixa da sociedade, desconhecendo inteiramente diferenças de nascimento e de riqueza. O talento, então, consegue reafirmar a dimensão democrática do futebol, pois abre a possibilidade de que pessoas situadas em diferentes posições sociais, mesmo nas mais humildes, tenham acesso a uma carreira que pode ser extremamente gratificante e, em termos financeiros, altamente compensadora.

Gratificante porque, em primeiro lugar, o futebol é uma profissão que mistura o trabalho com o prazer, pois os atletas, em geral, parecem gostar do que fazem, e jogam bola, como se sabe, até mesmo durante suas férias. Além disso, não devemos esquecer que o talento, embora exija, para se expressar, uma condição física singularmente apurada, implica em qualidades basicamente "espirituais". A técnica é "jeito", e não "força", e pode realizar-se em qualquer jogador, mesmo nos mais franzinos, o que faz com que o talento consiga superar, de certa forma, a velha oposição entre trabalho intelectual e manual. E esta é uma característica nada desprezível numa sociedade como a brasileira, de tradição escravocrata, que

ainda hoje utiliza, com alguma frequência, esta oposição como eixo para a hierarquização de indivíduos e grupos.

Mas o talento também proporciona a jogadores vindos muitas vezes de famílias pobres a oportunidade de uma rápida e considerável ascensão social, pois as somas envolvidas nos contratos assinados nos clubes da primeira divisão podem ser bastante significativas. Essa chance de mobilidade, oferecida pelo futebol, não só reafirma seu caráter individualista e democratizante como também parece ser uma das principais responsáveis pela atração que ele consegue despertar.

Na verdade, a possibilidade de se ganhar muito dinheiro em pouco tempo, particularmente quando associada à imagem do futebol como uma atividade na qual o trabalho vem conjugado com o prazer, suscita, aparentemente, o interesse e a imaginação de vários segmentos da nossa sociedade. Prova disso é a preocupação que, muitas vezes, cerca a renovação dos contratos dos grandes jogadores, o debate público em torno da justiça ou injustiça das suas pretensões e das propostas dos clubes.

Vale notar, além disso, que esse "dinheiro fácil" que o futebol parece proporcionar tem sido, nos últimos anos, relativamente estendido à torcida, através da criação da loteria esportiva. A loteria, de grande sucesso no país, quebrando freqüentemente, segundo a imprensa, recordes internacionais de arrecadação, dá a impressão de operar a partir de princípios muito semelhantes aos que são encontrados no mundo do futebol. Ela joga com a *sorte* e com o *conhecimento* que os torcedores têm do futebol, categorias tão democráticas e impessoais quanto o talento. Afinal, qualquer um pode ter sorte, e, segundo a convenção, todos, no Brasil, parecem entender de futebol.

Essa referência à torcida me conduz diretamente a um terceiro ponto que gostaria de discutir. Com ela, deixamos a análise das categorias internas ao jogo, como a competição, o talento e o individualismo, para entrar no debate de uma outra dimensão, tão fundamen-



**O futebol dá aos jogadores a possibilidade de ganhar muito dinheiro em pouco tempo. Os contratos e os ganhos dos atletas mais destacados são fatores que suscitam o interesse de amplos segmentos de nossa sociedade.**

tal ao mundo do futebol quanto as primeiras. Trata-se do fato de ser um esporte de *massa*, capaz de congrega multidões em torno de si. Assim, é natural que estudemos as características que irão definir a *torcida* dentro do mundo do futebol.

É importante notar, desde logo, que a análise da torcida parece, também, acentuar ainda mais a caracterização do futebol como um contexto democratizante. De fato, a própria categoria *massa* nos remete a uma idéia de *igualdade* e indiferenciação. Ela implica uma preocupação muito maior com o número do que com a qualidade diferenciada dos espectadores; ou melhor, ela parece partir do princípio de que todos, num estádio, são, antes de mais nada, torcedores, deixando de importar, no momento do jogo, se são doutores, funcionários, operários ou professores. A ênfase, portanto, abandona a diferenciação e a qualidade para concentrar-se, fundamentalmente, na quantidade.

A torcida, assim, possui a propriedade de reunir, "na mesma massa", pessoas situadas em posições sociais extremamente diversas, homogeneizando, em torno dos clubes, as suas diferenças. Nesse processo, um mecanismo extremamente im-





**A interferência da torcida no jogo de futebol pode ser levada à entrada no próprio campo de jogo: o torcedor torna-se então um verdadeiro protagonista do espetáculo.**

portante é o *uniforme* de cada clube: ao mesmo tempo que separa e distingue cada uma das torcidas, ele "despe" cada torcedor da sua identidade civil, e o integra em um novo contexto, profundamente indiferenciado.

Nesse contexto de massa que é a torcida, inexistem desigualdades, pelo menos em princípio. Todos estão ali unidos pela paixão, para torcer por um dos clubes e, portanto, cada torcedor tem, neste momento, os mesmos direitos que qualquer outro.

Este último ponto é de grande importância, pois nos leva, de certa forma, da igualdade à liberdade. Com efeito, se todos os torcedores são considerados moralmente iguais, abre-se, então, a possibilidade para que cada um deles possa, com toda a legitimidade, ter uma visão inteiramente pessoal do andamento da partida, da escalação dos times, enfim, de qualquer aspecto relacionado ao mundo do futebol.

Qualquer torcedor pode, inclusive, discordar das "autoridades" em futebol, os técnicos, dirigentes ou comentaristas, sem que sua interpretação seja considerada insolente ou descabida. Este é um contexto em que, de alguma forma, todo mundo tem opinião, e todos têm o direito de exprimi-la, ou seja, são livres para explicitá-la sem sofrer qualquer constrangimento. É exatamente por isso que as discussões sobre o futebol são consideradas "intermináveis". Na verdade, esta impressão é causada pela própria dificuldade de se chegar a algum consenso num ambiente tão pluralista e democrático.

Existe portanto, no futebol, uma área de decisão *privada*, na qual cada torcedor tem liberdade para julgar e escolher segundo suas próprias inclinações, sem ter que sofrer qualquer interferência. Lembremo-nos que a própria opção por se torcer por determinado clube, de se trocá-lo por outro, ou mesmo de se desinteressar do futebol, são resoluções de "foro íntimo", que não interessam a ninguém, e que devem, assim, ser tomadas com toda a independência.

Mas o torcedor não é livre apenas no sentido de ver respeitada uma área em que suas opiniões podem ser formuladas sem qualquer tutela, ou ingerência, externa. Além deste sentido, que o inglês Isaiah Berlin chama de dimensão *negativa* da liberdade, ele é livre também na acepção *positiva* do termo, ou seja é livre para *participar* amplamente do jogo, comportando-se não só como espectador mas também como alguém que toma parte ativa no espetáculo.

A torcida, conseqüentemente, não está somente livre de interferência, ela é também livre para interferir, de várias maneiras, até mesmo no resultado das partidas. Basta recordar aqui, o fato de que a torcida é a "camisa 12", uma entidade que assiste, mas que também deve fazer "pressão", participando, assim, do jogo. E existem várias maneiras desta pressão ser explicitada: além dos gritos, dos palavrões, dos rojões e das invasões de campo (ou da sua ameaça), o simples não comparecimento do torcedor ao estádio, o boicote, pode também ser uma ação ex-

tremamente significativa.

Dessa forma, o fato de o futebol constituir-se num contexto de massa, onde reina a igualdade, dá chance para que também essa face "participatória" da liberdade possa se concretizar. De fato, se todos possuem o mesmo direito, todos devem, então, ter um espaço para que seus julgamentos e opiniões possam, legitimamente, transformar-se em *ação*, o que faz com que cada assistente seja, também, um animado protagonista do espetáculo.

Ora, a junção da igualdade com estas duas dimensões da liberdade, além de evidenciar o caráter democrático do futebol, levanta também uma última questão, que precisa ser acrescentada a esta discussão.

Ele se refere ao fato de que o futebol, precisamente por conseguir realizar esta singular fusão da liberdade com a igualdade, parece poder ser caracterizado como uma área onde a *cidadania* pode ser plenamente exercida em nosso país. Dessa forma, a torcida parece constituir-se numa categoria social dotada de extrema independência, capaz de pensar e agir, livremente, dentro do mundo do futebol.

Iguais entre si, extremamente mobilizados e, às vezes, muito bem organizados, os torcedores dão a impressão de viver nos fins de semana, quando é realizada a maioria das partidas de futebol, uma realidade que contrasta nitidamente com sua experiência cotidiana da cidadania.

Efetivamente, no "meio da semana", o que encontramos é uma vivência essencialmente limitada da cidadania, inclusive formalmente. No Brasil, desde a década de trinta, qualquer indivíduo só passa a ser considerado cidadão se conseguir provar, através da apresentação da carteira de trabalho ou de outro documento similar, que está "localizado" em alguma profissão previamente definida e reconhecida pelo Estado. Se isso não for possível, se ele estiver desempregado ou se sua ocupação não for legalmente reconhecida, ele passa a correr o risco de ser classificado como um cidadão de segunda categoria, ou como um "vagabundo", indivíduo "sem ocupação definida" e, conseqüentemente, sem direitos civis ou sociais. Como exemplo, basta





**Nos momentos de Copa do Mundo, o país vive uma espécie de "Dia da Pátria" às avessas, e a nação parece ser construída de baixo para cima a partir da atuação de uma "massa" de cidadãos.**

recordarmos as recentes "batidas" que a Polícia Militar tem realizado no Rio de Janeiro, quando a inexistência da carteira de trabalho transforma o indivíduo em "suspeito", e autoriza sua prisão para "averiguações".

Esta prática "brasileira" de uma cidadania "regulada", altamente excluyente e controlada de cima para baixo pelo aparelho estatal, vai ser fundamentalmente invertida no mundo do futebol. Dentro deste mundo, que se realiza, significativamente, num intervalo de tempo diferente e oposto ao do trabalho, à noite ou nos fins de semana, ninguém precisa provar que está empregado para ter garantida sua opinião ou participação. Estes direitos são, aqui, universalmente assegurados aos torcedores, o que faz com que o futebol implique numa cidadania "automática", diferenciando-se, sensivelmente, da regulação e do controle que estão usualmente associados a esta categoria em nossa sociedade.

É precisamente a partir daí, dessa possibilidade de livre arbítrio e de participação "universal" oferecida pelo futebol, que devemos, a meu ver, tentar entender a enorme mobilização popular que parece acompanhar, no país, a realização das copas do mundo. Neste momento, a competição é transferida para fora das fronteiras nacionais, e, aqui dentro, vão ocorrer duas transformações importantes e complementares.

De um lado, os torcedores dos mais diferentes clubes unificam-se no apoio à seleção brasileira; de outro, a própria idéia de nação, que,

usualmente, aparece articulada a outros símbolos e valores, cristaliza-se inteiramente num time de futebol, a seleção. Confundindo-se com a seleção, a nacionalidade passa a ser "interpretada" e vivenciada a partir dos princípios individualistas e liberais que parecem dominar o futebol, ganhando, com isso, um significado completamente novo, e democrático. Assim, nos momentos de Copa do Mundo, temos a rara oportunidade de ver desaparecerem os cidadãos de primeira, segunda ou terceira classe que parecem povoar a nossa vida social. No lugar deles, saem às ruas os torcedores, exercendo, em relação à seleção, o mesmo direito de crítica e a mesma vontade de mobilização e de participação costumeiramente experimentados com os clubes. É, de fato, um momento de especial significação, pois o pleno pertencimento à comunidade nacional é, neste contexto, franqueado excepcionalmente a todos.

É na verdade uma situação tão excepcional que me parece ser possível pensar os momentos de Copa do Mundo, no Brasil, como se fossem uma espécie de "Dia da Pátria" democrático, um dia em que a nação parece ser construída e defendida de baixo para cima, a partir da atuação de uma "massa" indiferenciada e altamente participante de cidadãos.

Nesse sentido, a Copa do Mundo seria exatamente o inverso do nosso "Dia da Pátria" oficial, o Sete de Setembro. Neste, a nacionalidade parece concretizar-se na figura de Caxias, e não na de um time de fu-

tebol, e a relação entre ela e os cidadãos, em vez de ser direta e universal, passa a ser mediada por uma corporação, o Exército, que consegue definir, de cima para baixo, o formato e o estilo da cerimônia. Temos, então, uma comemoração que separa, rigidamente, os desfilantes, as autoridades e o povo, e que reserva, para este último, unicamente o papel de espectador, precisamente o contrário do que ocorre durante a copa.

A Copa do Mundo, na verdade, parece fornecer a oportunidade ideal para que uma série de categorias intrínsecas ao mundo do futebol, tanto dentro de campo quanto nas arquibancadas, sejam desenvolvidas até o seu limite máximo. A competição, agora entre nações, o individualismo contra o jogo de conjunto (sul-americanos *versus* europeus), o livre arbítrio e a participação da torcida, todos estes temas, normalmente dispersos no cotidiano do futebol, são concentrados, enfatizados, e adquirem, durante a Copa, um alto grau de visibilidade. Como todos esses temas parecem possuir um evidente sentido democrático, não é de se estranhar, então que a Copa do Mundo seja uma das ocasiões em que há maior igualdade e mais amplo exercício do direito cidadania na sociedade brasileira.

pesquisador do Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (Cpdoc) da Fundação Getúlio Vargas

#### Sugestões para Leitura

Baeta Neves, Luiz Felipe. "Sobre algumas mensagens ideológicas do futebol", in **O paradoxo do coringa**. Rio de Janeiro, Achi amé, 1979. Soares, Luís Eduardo. Futebol e teatro: notas para uma análise de estratégias simbólicas". **Boletim do Museu Nacional**, n.º 33. Guedes, Simoni. **O futebol brasileiro**: Instituição Zero. Museu Nacional, UFRJ, 1977. Polanyi, Karl. **A grande transformação**. Rio de Janeiro, Campus, 1980. Benzaquen de Araújo, Ricardo. **Os gênios da pelota**: um estudo do futebol como profissão. Museu Nacional, UFRJ, 1980. Berlin, Isaiah. Two Concepts of Liberty, in **Four Essays on Liberty** London, Oxford University Press, 1975. Santos, Wanderley Guilherme dos. **Cidadania e justiça**. Rio de Janeiro, Campus, 1979. Matta, Roberto da. **Carnavais, malandros, e heróis**. Rio de Janeiro, Zahar, 1979. Matta, Roberto da. Esporte na sociedade brasileira: um ensaio sobre o futebol brasileiro, in **Universo do futebol**. Rio de Janeiro, ed. Pinakothke, 1982 (no prelo).



A música indígena no Brasil é pouco documentada, menos estudada e menos ainda compreendida. Mas ela tem uma importância muito grande na vida das comunidades indígenas. Na maior parte desses grupos, todo mundo canta, a aprendizagem musical é parte importante da socialização. Toca-se ou canta-se durante horas por dia, semanas ou meses a fio.

# POR QUE OS ÍNDIOS CANTAM?

Anthony Seeger\*



**Junto com os Suyá, o autor — Anthony Seeger — marchou, pulou e dançou a noite toda, desde a tarde anterior, num total de quinze horas.**

**A**s seis horas, numa madrugada fria e com forte nevoeiro, eu estava cantando no pátio formado pelo círculo de casas da aldeia dos índios Suyá, no norte de Mato Grosso. Eu estava rouco de tanto cantar; a palha da minha máscara coçava as

minhas costas; os desenhos em urucum e carvão que cobriam meu corpo estavam manchados e sem definição. Como todos os homens e meninos da aldeia, tinha marchado, pulado e dançado a noite toda — desde as três horas da tarde anterior — gritando minha própria canção na língua

Suyá. Queria dormir. Mas o Suyá ao meu lado, olhando o último grupo de homens prestes a terminar o seu canto, numa voz tão rouca quanto a minha, disse "*Tetã. Hen ua ngere da kidi!*" A tradução certa seria "Que pena! Nossa música e festa acabaram!" Que pena? pensei. Não eram as quinze horas suficientes? Por que tanto gritar, pular e dançar? Por que é tão bom cantar? Mesmo em meio ao cansaço de quem já passou alguns meses em pesquisa do tipo "observação participante" (uma técnica de investigação importante em antropologia) e acabou de cantar uma noite toda, surgiu naquela hora, com muita força, a pergunta "por que eles cantam?".

A música tem uma importância muito grande na vida das comunidades indígenas do Brasil. Na maior parte desses grupos, todo mundo canta, a aprendizagem musical é parte importante da socialização, e toca-se ou canta-se durante horas por dia, durante semanas ou meses a fio. Em muitos casos, como no xamanismo, a música desempenha um papel central na eficácia do tratamento da doença. Os índios demonstram um grande interesse em músicas de outras sociedades indígenas, e também na música dos brancos. Não é incomum que de um viajante, médico ou antropólogo seja exigido um concerto de canções na primeira noite de sua visita, ou que os índios lembrem de canções de sociedades já extintas. A música também desempenha um papel importante nos esforços que os grupos indígenas desenvol-



vem para sobreviver diante das pressões da sociedade envolvente. As ocasiões em que se faz música nessas comunidades são o foco de importantes valores, intenções e relações sociais, o que lhes confere grande importância.

A música indígena no Brasil é pouco documentada, menos estudada e menos ainda compreendida, apesar de sua reconhecida importância. O estudo da música nessas comunidades é dificultado pela necessidade de analisar não somente os próprios sons, em si, mas também os motivos sociais para a prática musical. Tentativas de generalização sobre a música indígena como um todo são ainda mais complicadas, diante da variedade de formas e valores musicais encontrados nas mais de 140 sociedades indígenas existentes no país. Na antropologia, temos sempre que partir de fatos particulares em sociedades específicas para chegar a uma generalização. Mas o grande número de sociedades e a pouca informação sobre esse assunto faz deste artigo a enumeração de hipóteses para posterior verificação, ao invés de afirmações baseadas numa investigação exaustiva das 140 comunidades.

A música é uma estrutura de sons, alturas e tempo, que é suficientemente padronizada para ser reconhecida como música e não barulho pelos membros de uma sociedade. Os sons e suas estruturas variam muito, não somente de grupo para grupo mas de gênero para gênero de música dentro do grupo. Em certas situações, os sons são inseparáveis dos movimentos corporais que os acompanham, como é o caso da música e da dança nas sociedades indígenas. Um evento musical inclui o conjunto de sons, movimentos e atividades que são orientados por normas e valores que criam o momento e controlam os limites do que se pode fazer na ocasião.

A alta estruturação da música, e sua freqüente repetição, fazem dela um veículo especialmente adequado para certos tipos de comunicação. Nas sociedades indígenas, posso separar, para fins de análise, três aspectos da música: ela é usada (1) para ordenar as relações sociais, (2) para



**Robndo, um índio Suyá, elaboradamente ornamentado, canta no pátio da aldeia, avisando os pais dos jovens que devem preparar tudo para uma festa.**

adequar as relações entre os homens e os espíritos, e (3) para interpretar a própria experiência interna de pessoas em momentos de desorientação ou transformação. Embora todos três estejam presentes em muitas ocasiões, um dado evento musical pode enfatizar apenas um, dois, ou todos estes aspectos. As características peculiares à música como estrutura sonora fazem com que as sociedades indígenas atribuam a ela a capacidade de transcender o espaço físico, psicológico, social e, até certo ponto, temporal e dimensional (pois estabelece comunicação com o invisível). Posso dar três exemplos que ilustram estes pontos.

N a sociedade Suyá, há dois tipos principais de canto: um canto uníssono em que um grupo entoia uma canção tentando evitar soar individualmente, e um canto individual, em que cada homem tenta ser ouvido pelas mulheres que estão nas casas, na periferia da aldeia. Os aspectos musicais e as intenções são bastante diferentes nesses dois casos. No primeiro, pelo uníssono se estabelecem importantes grupos cerimoniais, que agem, pintam e dançam juntos, assim como soam como uma só voz. Já o grito individual expressa para "as irmãs" de um homem o realinhamento de relações sociais, e é can-



tado diferentemente, conforme a idade do cantador e, até certo ponto, suas intenções individuais.

Nessa sociedade onde não há idéias elaboradas sobre espíritos e não se encontra o uso de alucinógenos, a comunicação enfatizada pelo canto é social: o estabelecimento de grupos e tipos de relações sociais no espaço e no tempo. A música Suyá pode ser ouvida no disco *Música Indígena, A Arte Vocal dos Suyá* (Seeger e Comunidade Suyá, 1982).

A música das flautas, na região das cabeceiras rio Xingu, em Mato Grosso, embora envolvendo relações sociais, é muito relacionada à comunicação com os espíritos, ou *mama'e*. Existe um grupo de flautas sagradas, proibidas às mulheres, que são guardadas numa casa especial no centro do pátio da aldeia. Quando os homens tocam essas flautas, eles são no mesmo momento espíritos e homens, e as músicas são dos espíritos. A música é tocada para colocar a aldeia dos homens numa relação apropriada com os espíritos e, assim, garantir a continuidade da sociedade. Aqui, a estrutura peculiar da música, sensivelmente diferente da da fala, faz dela uma expressão de um tipo de ser diferente. A música, neste caso, é o veículo através do qual o invisível se comunica com o visível e vice-versa.

Nas sociedades indígenas do alto rio Negro, na fronteira com a Colômbia, assim como nas comunidades das regiões fronteiriças entre o Brasil, a Venezuela e o Peru, o uso de alucinógenos como parte das cerimônias é muito comum e antigo. A droga encontrada com mais frequência é a *ahuasca*, ou *Banisteriopsis caapi*, cuja infusão é misturada com outras plantas para propiciar visões especialmente coloridas. O consumo de *ahuasca* e de outras drogas é quase sempre feito em conjunção com cantos recitativos, ou música de flautas ou chocalhos. Para os Jívaro do Equador, a vida cotidiana é uma "mentira", ou ilusão: as forças verdadeiras que regulam os eventos são



**As flautas uxuá têm o seu papel durante o ciclo do Quarup. Músicos-dançarinos são acompanhados por adolescentes que se preparam para sair da reclusão pubertária.**

sobrenaturais e perceptíveis apenas por meio do uso de alucinógenos.

No uso de drogas, assim como nos casos de transe e xamanismo, a música auxilia a estruturação de experiência. Nesses casos, a estrutura implícita da música preenche o vazio criado pelos efeitos do alucinógeno, e possibilita uma nova percepção da vida. Um cantador Kampa no alto rio Juruá, no Acre, disse: "Não consigo cantar essas canções a não ser quando tomo *ahuasca*." E enquanto ele e os membros da sua comunidade tomaram a infusão, as suas canções ganharam em força e estrutura, e através delas ele dirigiu as experiências dele próprio e dos outros. No xamanismo, a música é frequentemente o caminho que leva o pajé ao outro mundo. A música, assim, favorece o contato com as "verdadeiras" forças do cosmos, e a interpretação e a orientação das alterações de percepção que acompanham o uso de drogas.

Nesses três casos, escolhidos pela sua diversidade e simplificados para enfatizar somente um aspecto da música em cada caso, é possível ver três maneiras em que, nas ocasiões em que a música aparece nas sociedades indígenas, ela faz parte da estruturação e da reordenação de relações de diversos tipos. Em todas essas sociedades, os eventos musicais também fazem parte da re-

de de relações sociais e da vida econômica. As festas nas sociedades indígenas ocorrem em momentos determinados, e incluem a distribuição de alimentos e a troca de bens e serviços. Nesse sentido, os eventos musicais são momentos focais para a clara definição de relações econômicas, de parentesco e de intercâmbio entre indivíduos e grupos.

Um suyá me explicou uma vez: "Em nossas festas nós cantamos muito e comemos muito." Essa comida é geralmente recebida das mães e irmãos dos homens, e não das suas esposas ou parentas por casamento, como ocorre no cotidiano. Da mesma maneira, os homens estão cantando "para as suas irmãs". Num certo momento, numa festa Suyá, todos os homens devem receber no pátio um pouco de comida de todas as suas "irmãs". A categoria de mulheres chamadas "irmã" (*kandikwoiyi*) inclui não somente o que chamamos de irmãs, mas também um grupo de primas de primeiro a quarto grau (chamadas *primas paralelas* em antropologia). Mas os homens não devem receber comida de qualquer mulher com a qual tiveram relações sexuais. Como ele pode ter mantido relações sexuais com algumas dessas primas desde a última festa, há considerável interesse por parte de todos os Suyá em ver de quem um homem vai deixar de receber comida desta vez. Nesse momento da festa, há uma reestruturação pública das relações entre um ho-



mem e as suas parentas na frente de toda a sociedade. Pela comida e pela música, há uma nova estruturação de relações sociais. Melhor, o que há é uma reestruturação de acordo com os princípios fixos de uma realidade sempre em fluxo. Esse mesmo mecanismo de ajuste do fluxo social de acordo com princípios mais gerais é característico de eventos musicais nos grupos indígenas do Brasil.

**A**gora estamos numa posição de tratar da questão com a qual começamos: Por que os índios cantam?

Eles cantam, e fazem outros tipos de música, porque os eventos musicais são centrais à sua sociedade. O evento musical é um dos mecanismos através dos quais se manifestam e se ajustam as relações mais importantes da vida social, religiosa e psicológica. Diferente de nós, que relegamos a música à esfera de opção, "talento" individual e "lazer", nessas sociedades quase todo mundo participa da vida musical, e através da sua participação se coloca em determinadas relações com os outros e com o mundo.

Um contraste forte entre nossa tradição e a sociedade Suyá é o quanto usamos a fala e a escrita onde os Suyá usam música. Nossas relações sociais são governadas por contratos, nossas comunicações com Deus são geralmente faladas e nossas dúvidas individuais são freqüentemente atendidas pela psicanálise, que é altamente verbal. Há tipos de música na sociedade ocidental que não encontramos nas sociedades indígenas: músicas de protesto e de crítica social. Usamos muito a música para criticar a sociedade, ou oferecer uma alternativa à mesma, mas pouco para construir a própria sociedade. A importância da música nas sociedades indígenas resulta dela ocupar um lugar *diferente* do que na nossa. Ela faz parte da construção e da reconstrução constante dessas comunidades. Em antropologia, descobrimos que as diversas sociedades no mundo se organizam de maneiras diferentes, com instituições e valores próprios. O fato de haver estruturas de som e tempo que chamamos "música" em duas sociedades não quer dizer que a sua importância e papel sejam os mesmos.



**No pátio da aldeia, o especialista ritual dos Suyá dedicando-se ao seu canto. Mas os índios também demonstram interesses pela música de outras sociedades.**

A antropologia contribui com os feitos pela filosofia e a sociologia para entender nossa própria sociedade, permitindo uma auto-reflexão usando novos parâmetros, acrescentando à nossa óptica o ponto de vista de outras sociedades. Se adotarmos a referência dos Suyá, poderíamos nos perguntar: "Por que cantamos tão pouco? Por que atribuímos tanto peso à palavra falada ou escrita? Quais as ocasiões em que fazemos música, e porque nossa música tem a posição e a forma que tem?" Essas questões ainda não têm respostas. Somente uma análise comparativa das sociedades e dos seus diversos modos de comunicação pode nos levar a entender melhor não somente por que os índios cantam, mas por que o fazemos de forma diferente.

**P**ara concluir, devo observar que embora este artigo trate da música indígena, ele também aborda o método científico em antropologia. A investigação começa com a pesquisa bibliográfica, mas a própria formulação das questões para investigação freqüentemente se faz em contato com uma dada realidade social, através da "observação participante". Das conclusões sobre uma sociedade se parte para uma análise das diferenças e semelhanças entre sociedades mais próximas (por exemplo, os grupos indígenas no Brasil) e para uma auto-reflexão em relação às tradições ocidentais. Neste momento, tenho formuladas uma série de hipóteses, que esperam crítica ou apoio

dos diversos pesquisadores que estão começando a trabalhar com a música indígena. Este trabalho é, assim, um exemplo do procedimento comparativo em antropologia: o esforço de entender as formas de organização e processos de transformação das sociedades humanas em geral por meio do estudo de casos específicos.

\*Professor-adjunto do Departamento de Antropologia do Museu Nacional, UFRJ.

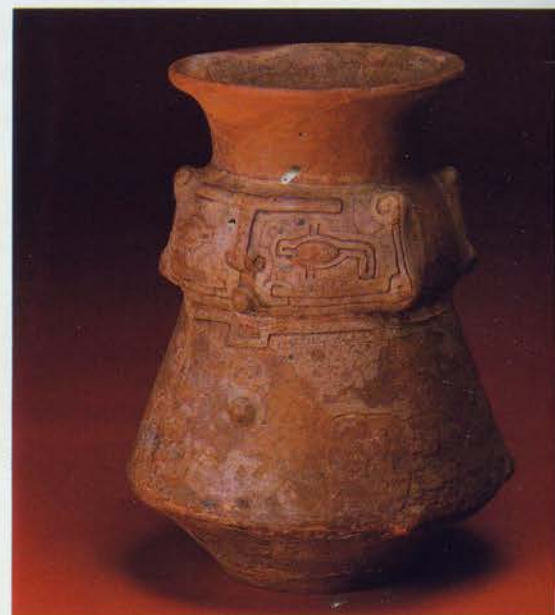
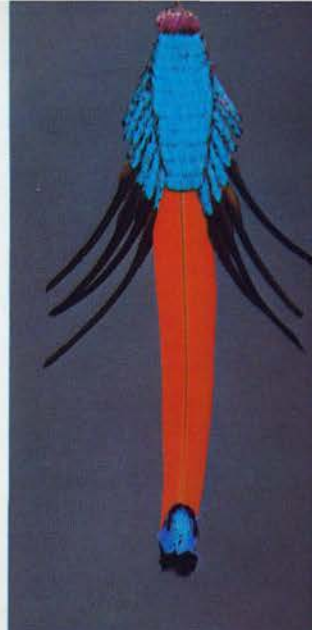
#### SUGESTÕES PARA LEITURA:

- AYTAI, D. 1976. *O Mundo sonoro xavante*. Tese de Livre-Docência, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.
- BASTOS, R. 1978. *A musicológica Kamayurá*. Brasília, Fundação Nacional do Índio.
- CAMÊU, H. 1977. *Introdução ao estudo da música indígena brasileira*. Rio de Janeiro, Conselho Federal de Cultura e Departamento de Assuntos Culturais.
- DOBKIN DE RIOS, M., e F. KATZ. 1975. "Some Relationships Between Music and Hallucinogenic Ritual: The 'Jungle Gym' in Consciousness" in *ETHOS*, volume 3, número 1, pp. 64-76.
- HARNER, M. 1974. "The Sound of Rushing Water" in P. Lyon (org.) *Native South Americans*. Boston, Little, Brown, & Co., pp. 276-282.
- SEEGER, A. 1977. "Porque os índios Suyá cantam para as suas irmãs?" in G. Velho (org.) *Arte e sociedade: ensaios de sociologia da arte*. Rio de Janeiro, Zahar, pp. 39-63.
- SEEGER, A. 1980. *Os Índios e Nós*. Rio de Janeiro, Editora Campus.
- SEEGER, A. e a COMUNIDADE SUYÁ 1982. *Música indígena: a arte vocal dos Suyá*. (Disco com encarte). São João del Rei: Edições Tacape 007. Compras pelo reembolso postal: Tacape, Caixa Postal 112, São João del Rei, Minas Gerais. CEP 36.300.



O mais importante centro de estudos da natureza e do homem amazônicos mantém ainda hoje as grandes linhas estruturais que lhe conferiu Goeldi há pouco menos de um século. Em 1981, desenvolveu 64 projetos nas áreas de antropologia, arqueologia, botânica, aves e mamíferos, répteis e documentação.

# MUSEU EMÍLIO GOELDI

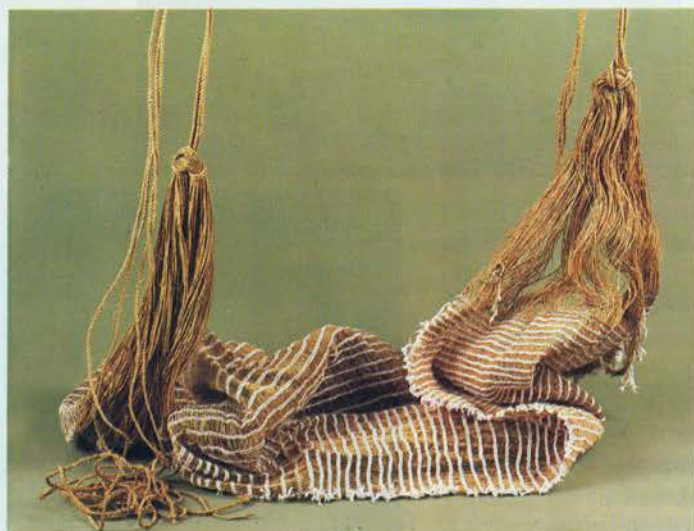
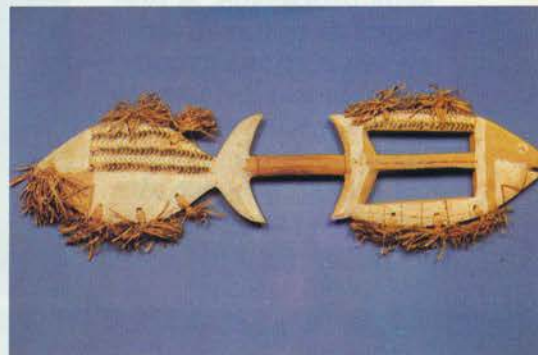
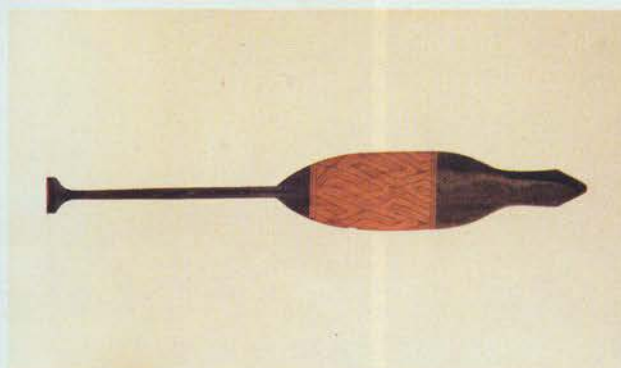


estudo dos efeitos da barragem da hidrelétrica de Tucuruí sobre os índios Parakanan, do Pará; a análise do quadro geopolítico amazônico para o estabelecimento de um processo de ocupação da região; o exame das mudanças surgidas do contato dos índios Mara e Baniwa com a cultura do homem branco: estes são alguns dos projetos que estão sendo desenvolvidos hoje pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, o mais

importante centro de estudos sobre a natureza e o homem da Amazônia.

Originário da Sociedade Filomática, fundada em Belém em 1866 pelo naturalista Domingos Soares Ferreira Pena, o Museu Goeldi ocupa hoje uma área de 55.000m<sup>2</sup>, onde se incluem um horto botânico com 800 espécies de plantas, desde arbustos até árvores de grande porte, um parque zoológico onde os animais vivem em ambientes ecológicos adequados às suas espécies, um aquário com 34





Com suas 352 amostras, algumas das quais aparecem nestas páginas, a seção de arqueologia tem por objeto promover e intensificar as pesquisas nesse campo para a obtenção de uma visão global da Pré-História e do desenvolvimento cultural na área da Amazônia legal brasileira (estados do Acre, Pará, Rondônia, territórios do Amapá e Roraima, além de áreas de Mato Grosso, Goiás e Maranhão).

Busca-se desenvolver a investigação antropológica, segundo dois critérios: 1. estudos e pesquisas para o melhor conhecimento do homem na Amazônia, incluindo populações indígenas em seu processo de aculturação e mudanças; 2. formação e renovação de quadros técnicos, atraindo estagiários de vários cursos.



A ecologia da região amazônica, com a riqueza da sua flora e da sua fauna, constitui um dos fundamentos do museu. Ali a ciência e a arte não são, como em geral se supõe, domínios irreconciliáveis, mas, ao contrário, compatibilizam-se em inúmeros de seus processos. A presença da natureza amazônica, com sua extraordinária variedade de cores, testemunha igualmente a importância que se procura atribuir aos seus diversos campos de estudo e pesquisa.



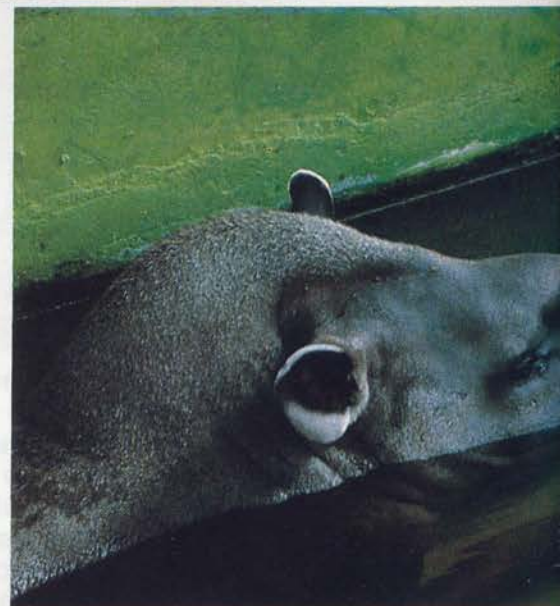
espécies de peixes, laboratórios, salões de exposição e biblioteca.

Embora desenvolva hoje toda esta gama de atividades próprias de um museu dentro de seu conceito mais moderno, é bom lembrar que o Museu Goeldi viveu uma longa fase de inatividade, entre o início do século — quando o declínio do mercado da borracha teve como consequência a escassez de verbas para seu funcionamento — e 1954. Neste ano, devido a um convênio com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foi organizado um novo quadro de técnicos e cientistas, reiniciando-se a publicação de boletins, ampliando-se a biblioteca, remodelando-se a exposição

de história natural e antropologia e retomando-se a atividade de pesquisa na área amazônica.

A partir daí, as atividades foram-se intensificando, dentro de suas possibilidades financeiras. Em 1981, a verba destinada ao Museu foi de 235 milhões de cruzeiros, o que permitiu, por exemplo, o desenvolvimento de 64 projetos nas áreas de antropologia, arqueologia, botânica, aves e mamíferos, répteis e documentação. Mais da metade destes estudos foi publicada, quase todos nos boletins do próprio museu.

A linha de orientação do Museu Goeldi para as pesquisas antropológicas volta-se para as áreas menos conhecidas da Amazônia: em arqueolo-





Como amostragem viva da fauna amazônica, vivem no parque do museu numerosos animais, substituindo-se gaiolas e cercados de contenção por ambientes ecológicos favoráveis e adequados às espécies que abriga. O horto botânico contém centenas de espécies de plantas, desde arbustos até árvores de grande porte. E cada vez mais o museu assume funções dinâmicas.



gia, a diretriz é determinar o processo que separa o homem pré-colombiano de suas origens, estabelecendo cronologia, migrações, desenvolvimento cultural e possíveis relações com áreas contíguas sul-americanas. Em botânica — cujo departamento dispõe de um herbário com 85.000 amostras de plantas, uma xiloteca e uma carpoteca — os estudos se dirigem para o tipo de vegetação, inventário, estudos florísticos e observações ecológicas.

Devido à sua área de atuação — concentrada na parte oriental da Amazônia — o Museu Goeldi é obrigado a assumir cada vez mais funções dinâmicas, uma vez que as transformações causadas pelas fren-





**A rocinha** hoje representa o último testemunho em Belém da paisagem urbana da segunda metade do século XIX, quando se popularizou a construção de chalés em centro de terreno. Ali está, como queria Goeldi, um "instituto para a história natural do Amazonas, um estabelecimento que se propõe observar, colecionar, determinar e tornar conhecidos os objetos da natureza indígena".

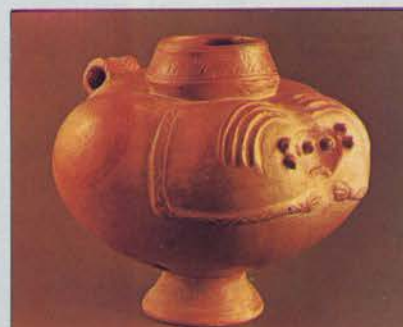
tes pioneiras de ocupação da região exigem um acompanhamento científico atento.

Assim é que, atualmente, duas equipes da instituição estudam os efeitos da hidrelétrica de Tucuruí sobre as populações indígenas que serão atingidas e sobre a vegetação do reservatório. Outro grupo tenta recuperar sítios arqueológicos que serão destruídos por projetos de mineração na serra dos Carajás e no rio Trombetas. Um terceiro trabalho ob-



jetiva testar a hipótese segundo a qual o baixo Tocantins, no Pará, foi um centro receptor e/ou de passagem de antigos grupos pré-históricos do sudeste, centro e oeste do país.

A expansão destas atividades e a consolidação do próprio museu só serão possíveis, segundo seu diretor, José Seixas Lourenço, com algumas transformações, relativas à autonomia da instituição, ao maior apoio das agências de financiamento nacionais e estrangeiras, à instalação de um



**MUSEUS**  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Algumas das fotografias que ilustram esta reportagem pertencem ao Catálogo do Museu Paraense Emílio Goeldi — Coleção "Museus Brasileiros", FUNARTE, RJ, 1981.

campus nos subúrbios de Belém e à conseqüente ampliação de seu quadro de pesquisadores e técnicos.

Com estas medidas, o Museu Emílio Goeldi poderia criar o seu próprio curso de pós-graduação e trabalhar o material que tem acumulado durante a sua existência, peças arqueológicas ainda inéditas que poderão ser a base de trabalhos sobre a história da Amazônia pré-colombiana.



Novas pesquisas que se vêm realizando sobre as células muito especiais que compõem o sistema nervoso e o cérebro. Responsáveis pelo transporte e pelo processamento dos estímulos que atingem os sentidos da percepção, são cem bilhões de neurônios que, em cada corpo humano, se desincumbem do comando sobre o funcionamento do corpo e de todos os processos de pensamento.

# CEM BILHÕES DE NEURÔNIOS

Roberto Lent\*

No exato momento em que você lê este artigo, bilhões de unidades biológicas em seu cérebro disparam impulsos elétricos em todas as direções, através de circuitos capazes de conduzir e processar a informação codificada por esses impulsos. Seu cérebro está em plena ação.

Há muito se sabe que é no interior do cérebro que ocorrem os mecanismos que comandam praticamente todas as atividades dos animais. No ho-

mem, o cérebro adquiriu um significado ainda maior, com o aparecimento das capacidades intelectuais que o diferenciam dos outros animais. A existência do animal-homem desligou-se do imediato, do biológico. Suas atividades já não se destinavam mais apenas à sobrevivência individual e à reprodução, mas atingiram níveis inusitados com a linguagem, o pensamento abstrato, o habilidoso uso das mãos e, ao mesmo tempo, com o aparecimento do trabalho, da cultura e de complexas

organizações sociais.

As sinfonias, o futebol, as armas atômicas, quadros e poemas são resultados da interação do cérebro do homem com a sociedade. Entender o cérebro e suas realizações é portanto um desafio e uma necessidade para o conhecimento do próprio homem.

Você verá neste artigo um pouco do que se sabe sobre o cérebro. Uma parte modesta desse conhecimento foi gerada em laboratórios de universi-

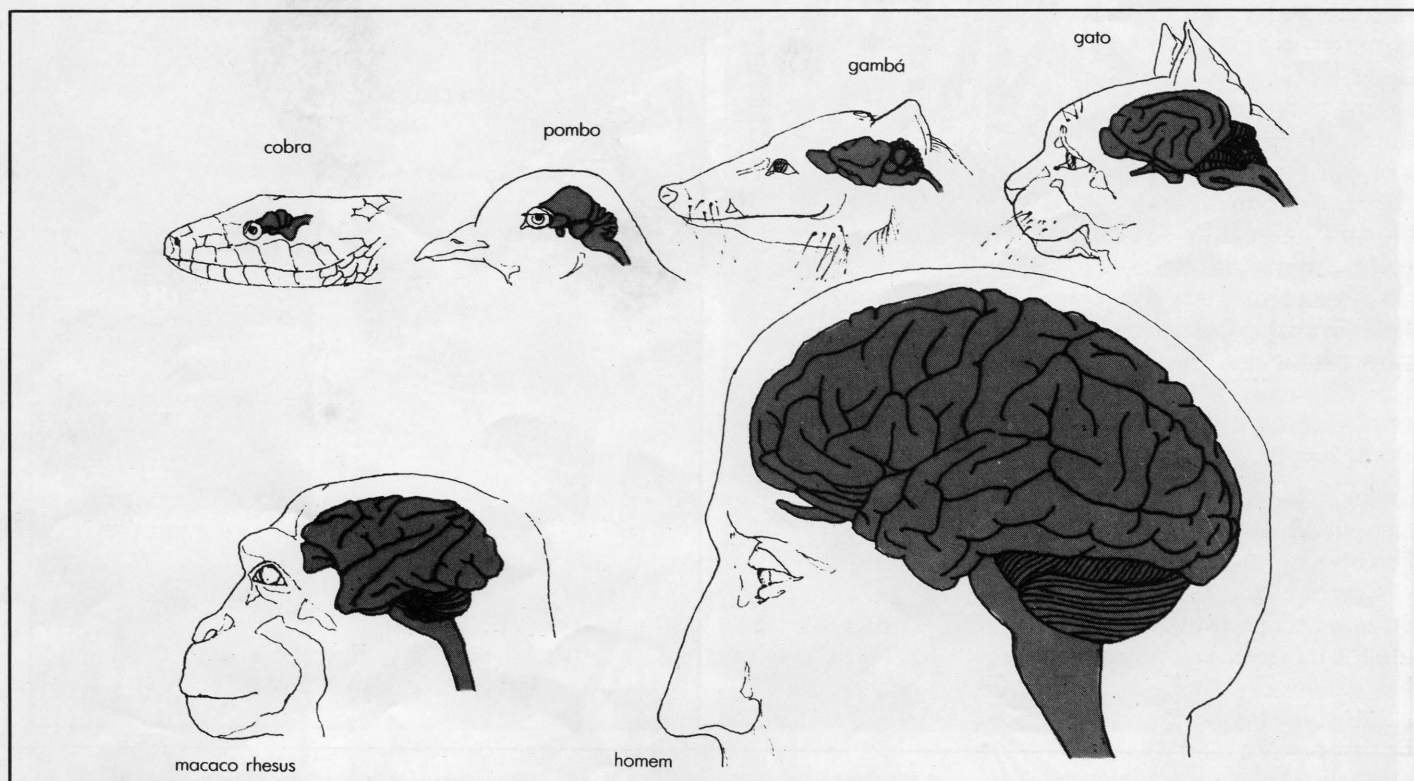


Figura 1. Diferenças de tamanho e complexidade morfológica dos cérebros de alguns vertebrados. Fica evidente um crescimento progressivo do volume cerebral, assim como o dobramento da superfície do córtex cerebral, que atinge o máximo no cérebro humano.



dades brasileiras, e os dados aqui apresentados constituem exemplos desse trabalho.

Como todos sabemos, o cérebro é uma massa esbranquiçada que se encontra no interior do crânio dos animais. Todos os vertebrados têm cérebros. O cérebro dos vertebrados mais antigos, como os peixes, os anfíbios e os répteis, são pequenos quando comparados com o dos macacos e do homem, como se pode ver na figura 1. Mas a superfície do cérebro dos mamíferos superiores cresceu mais ao longo da evolução do que os crânios que o contêm. É por isso que o cérebro do gato, dos macacos e do homem apresenta a configuração enrugada e dobrada que se vê na figura. Se fossem lisos, não caberiam na caixa craniana, e esta deveria ter um tamanho muitas vezes maior para poder contê-los.

O cérebro está em continuidade com a medula espinhal através de um orifício na base do crânio, e a medula estende-se ao longo do tronco no interior da coluna vertebral. Do cérebro e da medula emergem os chamados nervos cranianos e periféricos, que os ligam com os músculos, as glândulas e os órgãos dos sentidos. O conjunto é conhecido como *sistema nervoso*.

De que é feito o sistema nervoso? Quais são seus constituintes básicos? Como a grande maioria das partes do corpo, o sistema nervoso é constituído de células. Algumas são especializadas em lidar com informações que vêm do ambiente externo ou do próprio interior do corpo. Essas são chamadas *neurônios*. Outras são elementos de suporte e nutrição, principalmente, conhecidas pelo nome de *células gliais*. O cérebro humano tem cerca de cem bilhões de neurônios e um número equivalente de células gliais. Neste artigo, deixaremos de lado as últimas, pois tudo in-

dica que as funções mais complexas, capazes de gerar todo o repertório comportamental, cognitivo e afetivo dos animais são propriedade das populações de neurônios.

Não é difícil imaginar que, para caberem bilhões de células num crânio humano cujo volume é de cerca de um litro e meio, é inevitável que tais células sejam extremamente pequenas. E é isso mesmo. O corpo do neurônio mede apenas alguns milésimos de milímetro, o que significa que ele em geral só pode ser visto ao microscópio. Mas como ver ao microscópio um pedaço tão diminuto de cérebro? Como prepará-lo? O problema foi resolvido há muitos anos, e as técnicas para o estudo microscópico dos neurônios têm sido constantemente aperfeiçoadas.

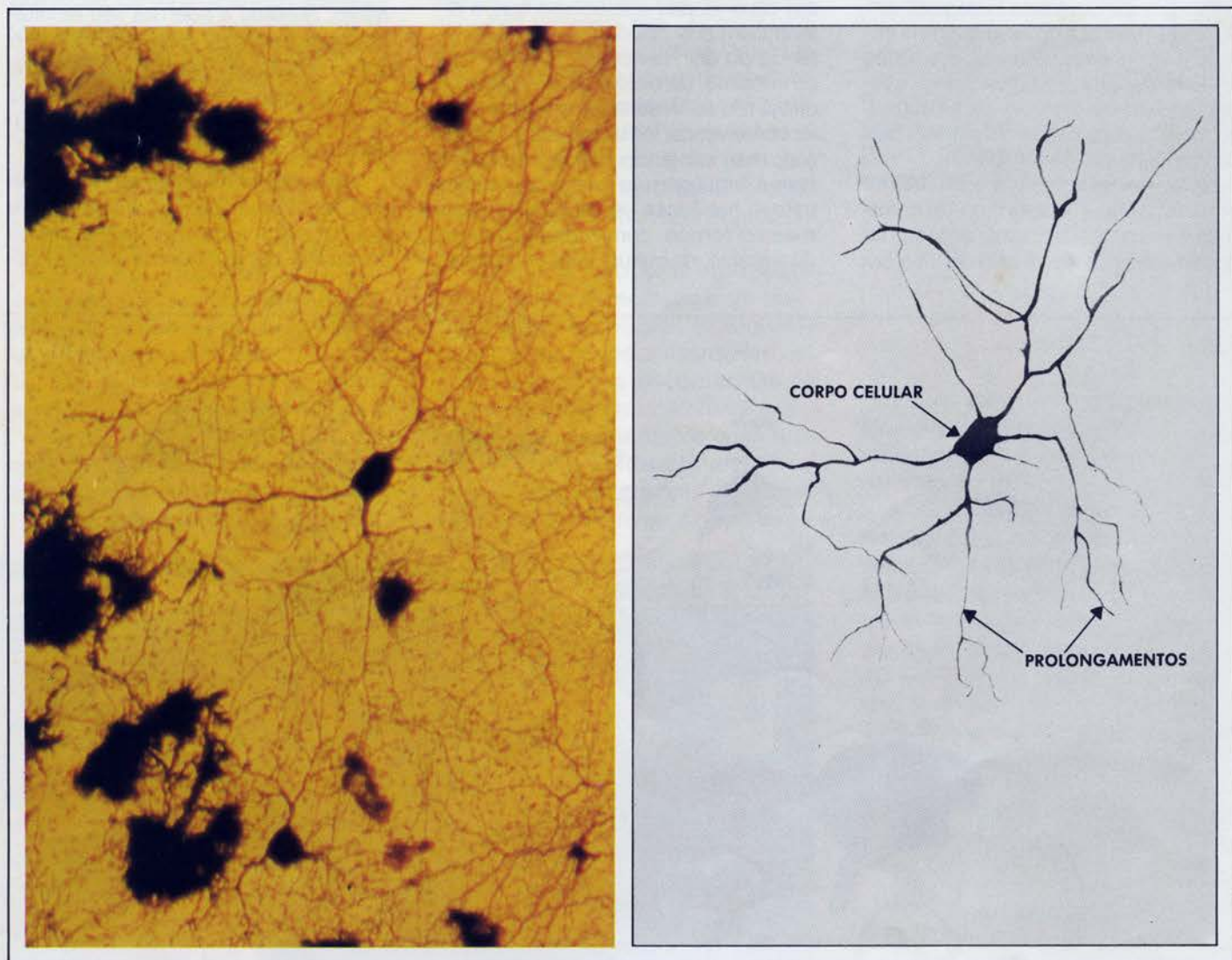
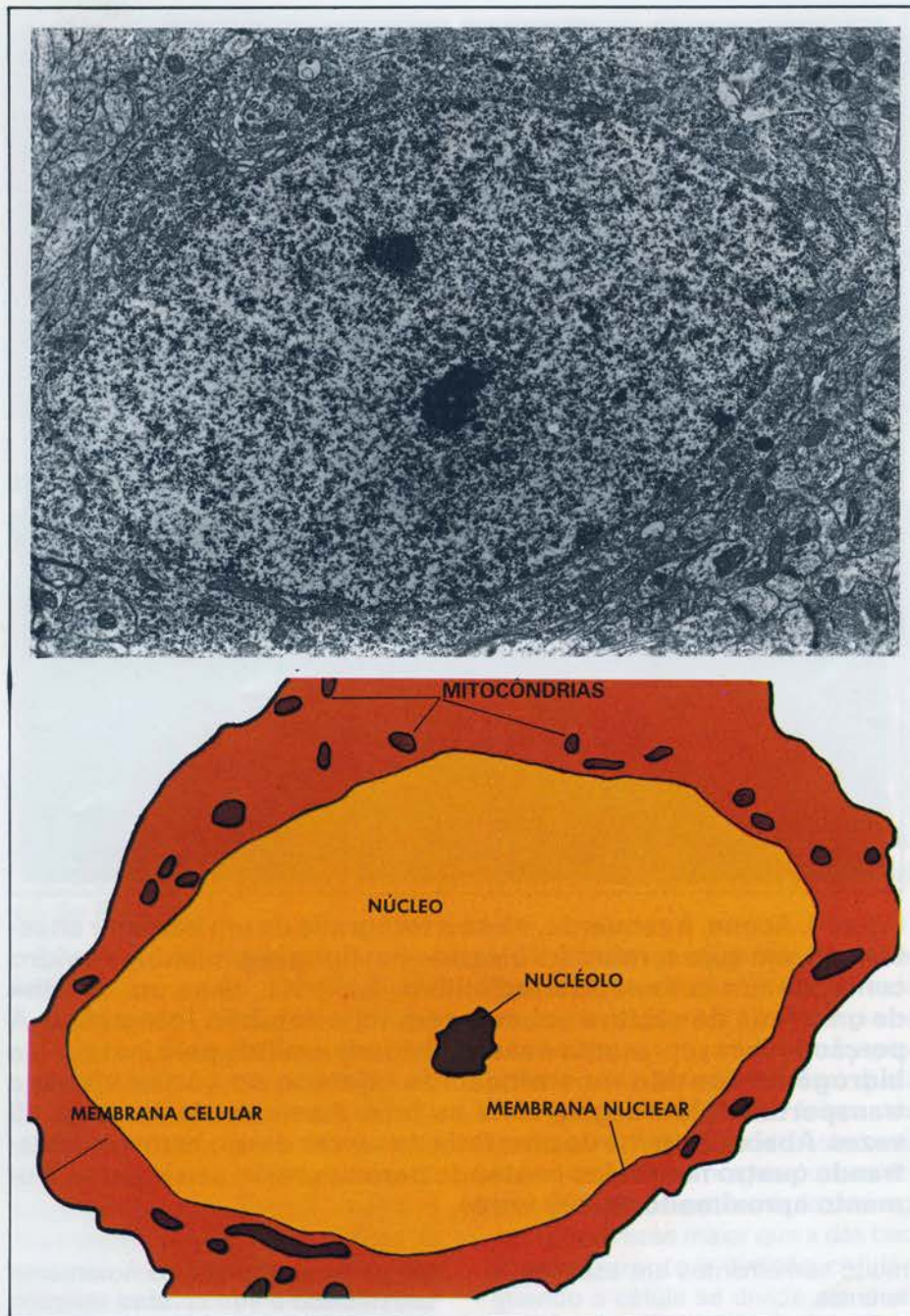


Figura 2. Fotografia de um neurônio retiniano, tal como se vê ao microscópio óptico. Vêm-se o corpo celular e os prolongamentos menores do neurônio. Aumento aproximado de 500 vezes. (Cortesia de J. Nora Hokoç).





**Figura 3. Fotografia tirada ao microscópio eletrônico, mostrando a ultra-estrutura de um neurônio do córtex visual de um rato. Aparecem os "órgãos" do interior da célula, tais como o núcleo e seu nucléolo, as mitocôndrias e outros não assinalados. Vê-se também a membrana que envolve a célula e a que envolve o núcleo. Aumento aproximado de 5.000 vezes. (Cortesia de Leny Cavalcante e Marlene Benchimol).**

O exemplo seguinte descreve uma experiência feita por Nora Hokoç, do Instituto de Biofísica da UFRJ, com a finalidade de estudar a morfologia dos neurônios da retina, uma parte do cérebro que durante o desenvolvimento embrionário vai se situar fora do crânio, no interior do olho. Nora anestesiou profundamente um marsupial muito comum em nosso país, o gambá, dissecou cuidadosamente a retina de um dos olhos, colocou-a sobre uma lâmina

de vidro e submergiu-a durante dias em diferentes soluções salinas, entre elas uma de nitrato de prata. A prata espalhou-se por todo o interior de alguns dos neurônios da retina, formando um precipitado escuro que delineou sua forma completa. Um desses neurônios está ilustrado na figura 2, tal como se vê ao microscópio óptico.

Pode-se observar claramente que o neurônio possui um corpo celular, do qual parte um conjunto complicado de

prolongamentos que se espalham pelas redondezas. O que não se pode ver na figura é que um desses prolongamentos é mais comprido que todos os outros, estendendo-se por longas distâncias até quase tocar outro neurônio. Sua função, muito importante, será mencionada posteriormente.

É claro que a forma dos neurônios varia enormemente, de acordo com a região do sistema nervoso, com a espécie estudada, com a idade do animal e outras circunstâncias. O corpo celular pode ser arredondado, piramidal, em forma de fuso ou de outros formatos: da mesma maneira, os prolongamentos podem ser radiais como a figura estilizada de um sol, ou ramificados de um tronco comum como uma palmeira, e assim por diante.

Mas a técnica que descrevi acima só permite estudar a "silhueta" do neurônio, isto é, sua forma externa. O interior da célula permanece invisível. A experiência que descrevo a seguir, realizada por Leny Cavalcante e Marlene Benchimol, também do Instituto de Biofísica, permite estudar a morfologia interna do neurônio. Elas extraíram o cérebro de um animal sacrificado sob anestesia, tratando-o com substâncias preservativas. Tendo escolhido uma parte do córtex cerebral para seu estudo, cortaram fatias ultrafinas do tecido cerebral, trataram-nas com óxido de ósmio e observaram uma delas ao microscópio eletrônico. O resultado aparece na figura 3. O ósmio depositou-se seletivamente sobre certos constituintes do interior da célula, tornando-os opacos ao feixe de elétrons e portanto visíveis na tela do microscópio. O que se vê é o corpo celular de um neurônio. Como ele foi cortado e a espessura do corte é extremamente fina (da ordem de milionésimos de milímetro), não se podem ver os seus prolongamentos como na preparação de Nora Hokoç. Mas, por outro lado, é possível ver a membrana que envolve a célula, seu núcleo, o sistema de vesículas de síntese e armazenamento de substâncias situado no citoplasma e as "usinas" energéticas da célula (as mitocôndrias).

É comum, entre os estudiosos das neurociências, comparar o cérebro a um computador de grande complexidade. A comparação não é perfeita, pois o computador precisa seguir uma sequência seriada de comandos (o programa), enquanto o cérebro trabalha com um número gigantesco de programas ao mesmo tempo, isto é, "em paralelo". De qualquer modo, ressalvadas as diferenças, cérebros e computa-



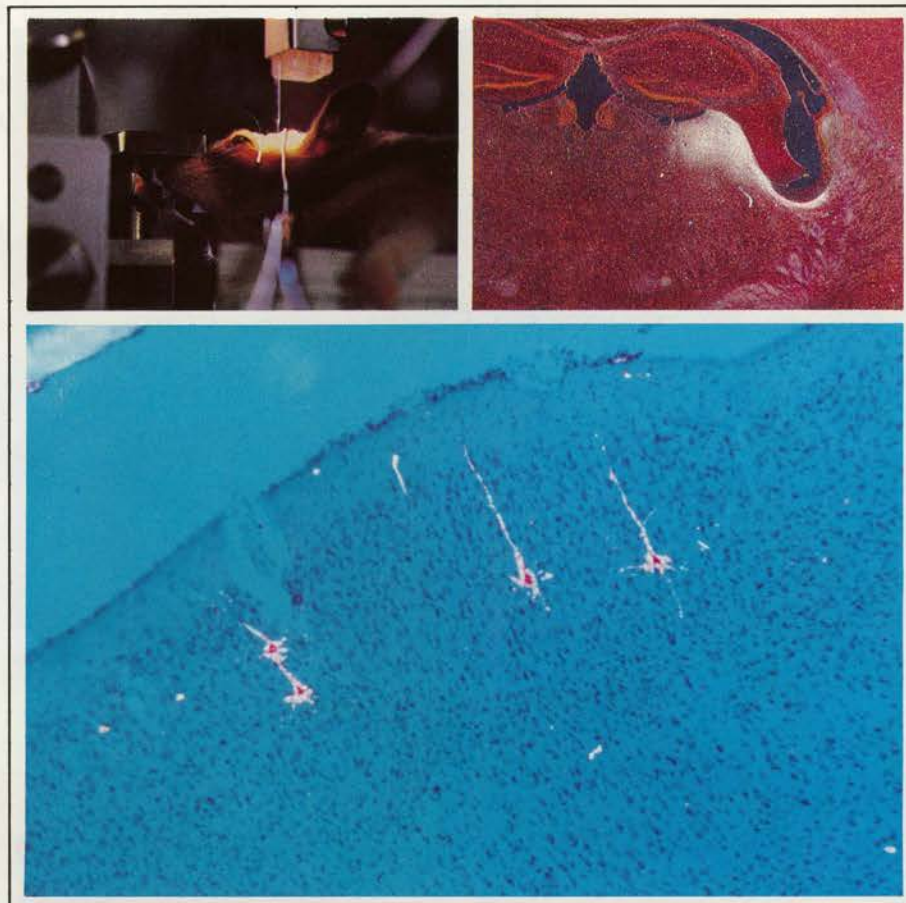
dores utilizam, de modo similar, circuitos que transmitem e modificam a informação de várias maneiras para chegar ao resultado "programado". Enquanto os circuitos do computador são constituídos de conexões entre elementos elétricos e eletrônicos, os do sistema nervoso são formados por seqüências de neurônios. É neste ponto que entra em cena o prolongamento maior da célula nervosa, mencionado acima. Diferentemente dos prolongamentos menores, que se ramificam e terminam nas imediações do corpo celular, o prolongamento maior (um único por neurônio) pode se estender por distâncias consideráveis.

Um bom exemplo é o dos neurônios que comandam a musculatura do pé. O corpo celular situa-se na medula espinhal, na altura da cintura, mede alguns milésimos de milímetro e tem prolongamentos menores tipo "sol", que se distribuem por um raio que não ultrapassa um milímetro. O prolongamento maior desses neurônios, entretanto, sai da medula através dos nervos e vai terminar nos músculos do pé, percorrendo a distância aproximada de um metro! Dada a importância e a singularidade do prolongamento maior do neurônio, vamos chamá-lo pelo seu nome técnico: *axônio* ou *fibra nervosa*.

Os circuitos neuronais, assim, consistem de cadeias de células nervosas conectadas pelos axônios das células precedentes. O axônio de um neurônio prolonga-se até a próxima célula e "toca" seu corpo ou seus prolongamentos menores. O axônio desse segundo neurônio, por sua vez, contacta uma terceira célula, e assim por diante. Os circuitos neuronais são muito variados, conectando neurônios próximos ou distantes uns dos outros, situados dentro ou fora do cérebro. Para se imaginar a complexidade do cérebro humano, basta pensar que cada um dos cem bilhões de neurônios estabelece contato com 1.000 a 10.000 outros neurônios. Além disso, os circuitos neuronais não são arrumados em filas de cartões numerados, como nos computadores, mas misturados e enovelados num incrível e microscópico emaranhado de fibras nervosas.

Como estudar um sistema organizado de maneira tão anárquica?

Na verdade, o estudo dos circuitos neuronais, que começou em meados deste século e se desenvolveu vertiginosamente nas duas últimas décadas, logo evidenciou que a anarquia era apenas aparente. A "desordem" da fiação neuronal escondia uma espantosa regularidade. Não só os circuitos neuronais parecem ser os mesmos entre indivíduos da mesma espécie, como são



**Figura 4. Acima, à esquerda, vê-se a fotografia de um hamster anestesiado, em cujo cérebro foi inserido um finíssimo cilindro de vidro contendo um aminoácido radioativo. À direita, vê-se um detalhe de uma fatia de cérebro coberta com uma emulsão fotográfica. A porção branca representa a radioatividade emitida pelo isótopo de hidrogênio contido no aminoácido injetado no córtex visual e transportado até a região vista na foto. Aumento de cerca de 25 vezes. Abaixo, detalhe de uma fatia do córtex de um hamster, mostrando quatro neurônios contendo peroxidase no seu interior. Aumento aproximado de 200 vezes.**

muito semelhantes em espécies diferentes.

Para descrever uma forma de estudo dos circuitos neuronais, vou utilizar como exemplos duas experiências que fiz usando o cérebro do hamster, um simpático animal aparentado ao rato comum. No primeiro caso, eu estava interessado em descobrir quais regiões do cérebro do hamster recebiam fibras provenientes dos neurônios do córtex visual, isto é, da parte do cérebro que processa a informação contida nos estímulos luminosos do ambiente. O hamster, convenientemente anestesiado, foi submetido a uma neurocirurgia por meio da qual uma pequena quantidade de uma substância fracamente radioativa (um aminoácido marcado com trítio, que é um isótopo do hidrogênio) foi depositada numa área restrita do córtex visual. Após a cirurgia, o animal foi retirado da anestesia e submetido a cuidados pós-operatórios.

Depois de alguns dias, foi novamente anestesiado e seu cérebro utilizado para o estudo morfológico. O que aconteceu durante esses dias é a chave da técnica que utilizei. O aminoácido radioativo foi captado pelos corpos celulares situados na região injetada e incorporado a suas proteínas; agora também radioativas, essas proteínas foram transportadas do corpo celular através das fibras de cada célula até sua extremidade, ponto de contato com o neurônio seguinte do circuito. O transporte de proteínas por essa via ocorre em todos os neurônios, mas só os do córtex visual indicavam a presença de radioatividade. A seguir, o cérebro do animal foi cortado em fatias muito finas, colocadas em lâminas de vidro e cobertas com uma emulsão fotográfica especial capaz de revelar a radiação emitida pelas proteínas radioativas situadas naquele circuito neuronal. Alguns dias depois, a preparação era



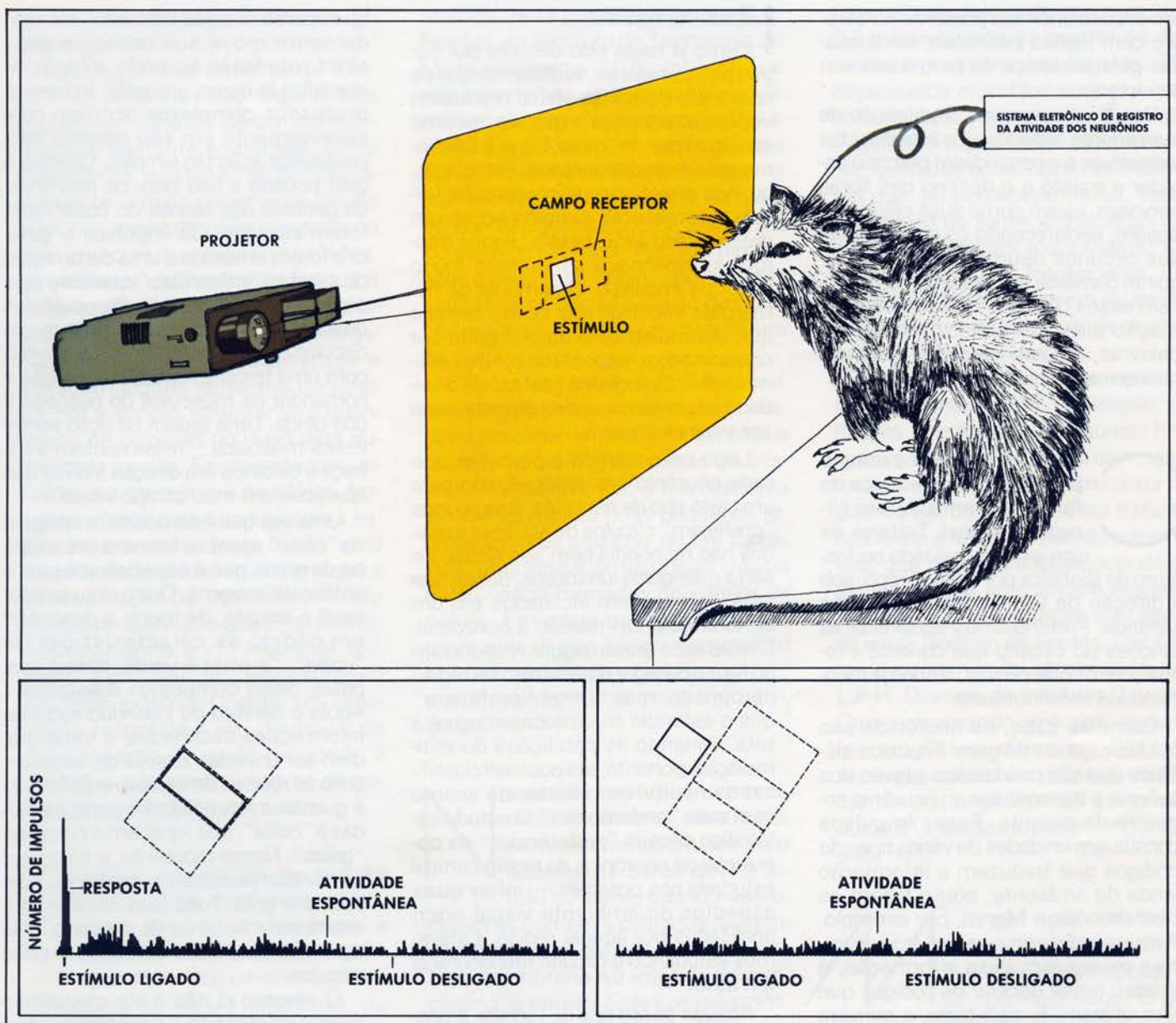


Figura 5. Acima, um desenho esquemático da experiência na qual se detecta a atividade elétrica dos circuitos neuronais. O animal, anestesiado, olha para uma tela na qual se projeta um retângulo de luz dentro de uma região específica (pontilhada). Enquanto isso, através de uma agu-

lha inserida em seu cérebro, captamos os impulsos elétricos dos neurônios que respondem ao estímulo. Nos gráficos de baixo, vê-se que houve resposta de um neurônio quando o retângulo luminoso foi projetado dentro da região pontilhada, mas não quando incidiu fora dela.

tratada como uma película fotográfica comum. O resultado aparece como na figura 4.

A figura mostra em vermelho escuro os pálidos contornos da região do cérebro que interessava estudar. E as extremidades dos axônios provenientes do córtex visual (que continham as proteínas radioativas) aparecem como grãos brilhantes que em alguns pontos são tão numerosos que se fundem, gerando uma enorme mancha branca. O estudo, complementado em outros animais, permitiu concluir que a região do cérebro mostrada na figura é parte do circuito originado no córtex visual do

hamster.

Em uma segunda série de experiências, meu interesse era verificar se os circuitos neuronais se modificam após o nascimento nos casos em que o animal sofre lesões cerebrais antes, durante ou logo após o parto. Em hamsters adultos que haviam sofrido lesões perinatais, realizei uma microcirurgia como descrevi acima, mas em vez de depositar um aminoácido radioativo no córtex cerebral, utilizei pequenas quantidades de uma proteína encontrada em plantas da família do rabanete, a enzima conhecida tecnicamente como peroxidase. A peroxidase, ao contrário do aminoácido, é

captada pelas extremidades dos axônios situados na região de injeção, e transportada em sentido retrógrado através das fibras em direção ao corpo celular, onde se acumula. Os cortes finos do cérebro do animal foram agora tratados com uma série de reagentes, que revelam a presença da proteína por meio de um produto colorido. Um exemplo do que se vê ao microscópio está ilustrado na figura 4.

Os grãos roxos em fundo azul são os milhares de neurônios da região do cérebro que aparece no campo do microscópio. As quatro células em forma de triângulo, coradas em rosa ou vermelho, são aquelas que participam de



um circuito anômalo presente no cérebro com lesões perinatais, evidenciadas pela presença de peroxidase em seu interior.

Nos dois exemplos, a utilização de marcadores especiais (os aminoácidos radioativos e a peroxidase) permitiu estudar o trajeto e o destino das fibras nervosas, assim como suas células de origem, esclarecendo os constituintes dos circuitos neuronais. A etapa seguinte consistia em saber como funcionam esses circuitos, que tipo de informação eles manipulam. Em outras palavras, estudar os circuitos neuronais em ação.

**C**onsideremos um exemplo para ilustrar a dinâmica de funcionamento de um circuito neuronal. Trata-se de um estudo realizado no Instituto de Biofísica por nosso grupo, sob a direção de Carlos Eduardo Rocha Miranda. Pretendíamos esclarecer as funções do circuito que conecta a retina com o córtex visual, ambos já mencionados anteriormente.

Como se sabe, os neurônios são células capazes de gerar impulsos elétricos que são conduzidos através dos axônios e transmitidos ao neurônio seguinte do circuito. Esses impulsos constituem unidades de vários tipos de códigos que traduzem a informação vinda do ambiente, como fazem os bips do código Morse, por exemplo. Para entender como os circuitos neuronais manipulam essa informação, é preciso tentar decifrar os códigos que eles utilizam. E, para tanto, a primeira providência é captar e registrar os impulsos elétricos que os neurônios produzem sob condições ambientais controladas.

Na série de experiências que Carlos Eduardo e seus colaboradores realizaram, o animal foi anestesiado e colocado em uma mesa especial diante de uma tela, de olhos abertos, de modo que pudesse ver o que nela fosse projetado. A intenção era produzir estímulos luminosos variados que o animal pudesse ver, e tentar decifrar o código que seu córtex visual utilizava para representá-los. Logo, era preciso registrar os impulsos elétricos gerados por neurônios corticais. Isso foi feito colocando uma agulha de ponta muito fina (alguns milésimos de milímetro) no interior do tecido cerebral na região apropriada. Essa agulha foi conectada a um sistema eletrônico capaz de amplificar e apresentar em uma tela de televisão os impulsos elétricos dos neurônios situados nas proximidades da ponta da agulha. O arranjo experimental está

ilustrado na figura 5.

Como já havia sido descrito por outros pesquisadores, verificamos que os neurônios do córtex visual produzem impulsos elétricos esparsos mesmo sem qualquer estímulo. É o que se chama *atividade espontânea*. Entretanto, quando projetávamos imagens de formas geométricas simples sobre um determinado local da tela, alguns neurônios disparavam um número muito maior de impulsos. O aumento do número de impulsos que ocorre sempre que estimulamos o animal pode ser considerado a *resposta* da célula à estimulação. O registro gráfico da atividade espontânea e de resposta pode ser visto na figura 5.

Logo começamos a perceber que cada neurônio era especializado para um certo tipo de estímulo. Uns poucos "preferiam" círculos de luz, mas a maioria não respondia bem aos círculos e sim a retângulos luminosos, desde que estes estivessem inclinados em um certo ângulo em relação à horizontal. Dentre esse grupo, alguns respondiam ao ligar e desligar do estímulo na região apropriada, mas outros "preferiam" que o estímulo se deslocasse sobre a tela. Variando as condições de estimulação, portanto, era possível classificar os neurônios corticais de acordo com suas "preferências". O estudo estatístico dessas "preferências" da população de neurônios da região cortical estudada nos possibilitava inferir quais aspectos do ambiente visual eram analisados por aquela região. Estávamos estudando o circuito retinocortical em ação.

Através desse tipo de técnica, é possível estudar várias regiões diferentes do cérebro: umas relacionadas à visão, outras à audição ou ao tato, outras ainda responsáveis pelo comando das atividades motoras, ou mesmo regiões responsáveis por funções complexas ligadas à aprendizagem, à memória etc. Em cada uma dessas regiões, há circuitos neuronais que as ligam a outras de modo altamente específico. Cada região do cérebro é especializada em um aspecto de um sistema funcional. É como se cada uma realizasse uma tarefa em cooperação com as outras. Mas os neurônios de uma região precisam de vários tipos de informação para realizar a sua parte do trabalho, e recebem essa informação através dos circuitos vindos das outras regiões.

Vejam os como funciona esse conjunto de circuitos no indivíduo íntegro.

Você já reparou o que acontece quando um indivíduo está distraído e, digamos, um grilo pousa a seu lado, a alguma distância? De imediato o indivíduo é incapaz de identificar a "coisa"

que apareceu a seu lado. Mas ele rapidamente move sua cabeça e seus olhos para fitá-la. Só então é capaz de identificá-la como um grilo. Inúmeros processos complexos ocorrem cooperativamente em seu cérebro para possibilitar ação tão simples. Quando o grilo pousou a seu lado, os neurônios da periferia das retinas do observador foram ativados. Os impulsos aí gerados foram enviados a uma certa região do cérebro, indicando: "apareceu algo em meu campo visual". Os neurônios desta região, por sua vez, usaram um circuito que os põe em comunicação com uma terceira região, cuja função é comandar os músculos do pescoço e dos olhos. Uma ordem de ação atinge esses músculos: "movimentem a cabeça e os olhos em direção à coisa que apareceu em meu campo visual".

Uma vez que isso ocorre, a imagem da "coisa" agora se forma sobre o centro da retina, que é especializado para a análise de imagens. Outro circuito neuronal é ativado, de modo a descrever em código as características da "coisa": "a coisa é verde, possui seis patas, olhos compostos e antenas". Agora o cérebro do indivíduo recebeu informações detalhadas, e estas podem ser enviadas através de outro circuito às regiões do cérebro cuja função é guardar a memória de figuras parecidas à "coisa", que recebem o nome de "grilos". Nesse momento, e só então, o indivíduo percebeu e identificou realmente o grilo. Tudo isso, no entanto, ocorre em milésimos de segundo, pela ação dos neurônios cerebrais e seus circuitos.

O cérebro já não é tão misterioso quanto no passado. Conhecemos seus elementos, os neurônios, muitos dos circuitos que eles formam e alguma coisa de seu funcionamento. No futuro, talvez possamos estudar não só pequenos grupos de neurônios, mas populações inteiras em ação. Aí estaremos saindo da dimensão celular para entrar em um domínio mais próximo do nosso objetivo maior: compreender as bases neurológicas do comportamento, do pensamento, da linguagem e das emoções humanas.

\* Professor-adjunto do Departamento de Neurobiologia do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

**The Brain.** Edição especial da revista *Scientific American*, de setembro de 1979.

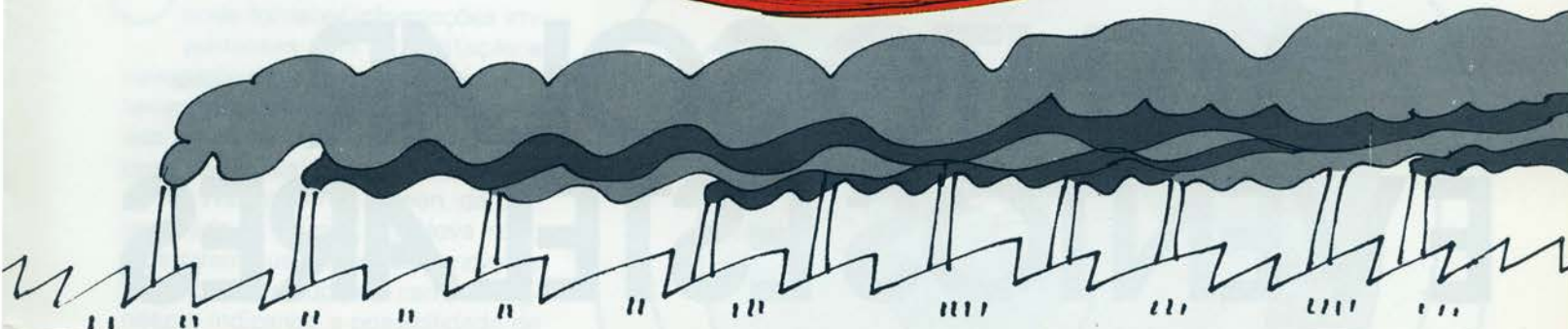
*Neurofisiologia* (organizado por R.F. Schmidt). Tradução de J.F. Altenfelder Silva. Editora da Universidade de São Paulo, 1979.



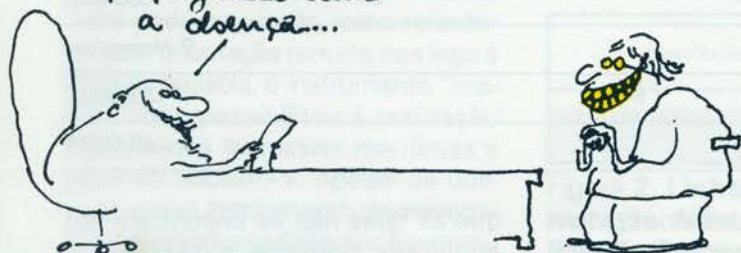
Henfil

PODEM SAIR  
SEM SUSTO:  
AQUI NÃO TEM  
OXIGÊNIO, NÃO!

SNIF  
SNIF



Parabéns!  
O remédio que  
criou foi aprovado!  
Agora, só falta  
a nossa Divisão de  
Propaganda criar  
a doença....



SOCORRO!



MATA!  
MATA QUE  
TA' VIVINHA!





Imagina-se que o espaço interplanetário e o espaço interestelar são um imenso vazio, ocasionalmente riscado por meteoritos e cometas. No entanto, sabe-se hoje que muitas estrelas, inclusive o Sol, emitem um fluxo constante de partículas que varre essas extensões, transmitindo matéria e energia.

# VENTO SOLAR E VENTOS ESTELARES

J.A. de Freitas Pacheco\*

A maioria de nós já viu fotografias de eclipses solares, como a mostrada na figura 1. Nessas fotos, fica claramente evidenciada a existência de uma extensa atmosfera solar, denominada *coroa*.

A coroa solar é constituída de um gás extremamente quente, com temperaturas da ordem de um milhão de graus. Devido a essa elevada temperatura, a atração gravitacional do Sol não consegue mantê-la confinada em sua vizinhança, e a coroa se expande através do espaço interplanetário, dando origem a um fluxo de gás poeticamente chamado de vento solar.

A existência do vento solar foi inferida inicialmente em 1951 por um astrofísico alemão, Biermann, através do estudo das caudas iônicas dos cometas. Esses astros podem possuir dois tipos de caudas. A primeira é constituída de grãos de poeira ("gelo sujo") com dimensões de centenas a milhares de Ångströms, que dispersam a luz solar; sua direção é determinada pela orientação do cometa em relação ao Sol e pela direção de seu próprio movimento orbital. O outro tipo de cauda, a chamada cauda iônica, é constituída de átomos e moléculas ionizados e se apresenta sempre na direção cometa-Sol, o que se deve à ação do vento solar, responsável pelo transporte dessas partículas.

Com o advento das viagens espaciais, naves interplanetárias do tipo *Pioneer* confirmaram a existência desse

| Quadro 1 - Propriedades do Vento Solar na Vizinhança da Terra |                          |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Velocidade de Expansão                                        | 300 km/s                 |
| Densidade                                                     | 9 átomos/cm <sup>3</sup> |
| Temperatura dos Elétrons                                      | 150.000°K                |
| Temperatura dos Prótons                                       | 40.000°K                 |

fluxo de partículas e mediram as propriedades físicas do vento solar. Alguns dos parâmetros medidos nas proximidades da Terra figuram no quadro 1.

Podemos verificar que, em relação à temperatura da coroa próxima do Sol (um milhão de graus), nas proximidades da Terra os elétrons resfriaram-se menos do que os prótons. Isto se deve ao fato de que, distanciando-se do Sol, a densidade do fluxo de partículas diminui, ocasionando uma diminuição na frequência das colisões entre os elétrons e os prótons. Assim, como são essencialmente os elétrons as partículas que transportam a energia térmica e a redistribuem através das colisões, os prótons recebem menos energia e se resfriam.

Uma pergunta que surge naturalmente é a seguinte: por que o Sol, uma estrela que tem uma temperatura de 5.800 graus Kelvin (5.800°K), apresenta uma coroa externa com temperatura muito mais elevada? A diferença de temperatura entre a coroa e a superfície do Sol (a fotosfera) indica

que as duas não se encontram em equilíbrio; portanto, a coroa não é aquecida pela radiação solar, devendo-se sua temperatura a outros fatores já conhecidos.

Logo abaixo da fotosfera, existe uma região percorrida por fluxos ascendentes e descendentes de matéria gasosa chamada de *zona convectiva*. Esses movimentos de matéria geram ondas acústicas que se propagam acima da superfície solar, podendo atravessar regiões com campos magnéticos, fazendo-os oscilar também: gera-se assim o que chamamos de uma onda magnetoacústica. A dissipação dessas ondas é o mecanismo que, segundo hoje se acredita, produz o aquecimento do gás da coroa à temperatura da ordem de um milhão de graus.

Com a emissão de partículas que constituem o seu vento, o Sol sofre uma perda de massa, que no seu caso entretanto é ínfima: apenas  $2 \times 10^{-4}$  massas solares por ano (ver a explicação desta unidade na página 54). Assim, se esse processo se mantiver durante toda a vida esti-



mada do Sol (cerca de 10 bilhões de anos), ele perderá apenas cerca de dois décimos de milésimo de sua massa total.

E as outras estrelas? Possuirão elas também um análogo do vento solar, que represente uma perda de massa importante durante suas vidas?

Para responder a estas perguntas, precisamos saber como reconhecer a existência de um vento estelar emitido por um corpo celeste situado a dezenas ou centenas de anos-luz da Terra. É claro que, no momento, não poderemos nos servir de naves cósmicas para medir suas propriedades, assim como está completamente excluída a possibilidade de detectar cometas em sistemas tão longínquos com os meios de que dispomos atualmente.

Em seus estudos dos objetos celestes, os astrofísicos lidam essencialmente com os espectros como fonte de informação. A luz das estrelas é captada através de um telescópio e em seguida dirigida de modo a atravessar um prisma ou uma rede de dispersão, produzindo um espectro que é registrado numa placa fotográfica. Um espectro pode ser contínuo, como é o caso do arco-íris que conhecemos, ou *discreto*, apresentando linhas em absorção ou em emissão. Um espectro em absorção é geralmente produzido quando um gás se encontra na frente de uma fonte de radiação a uma temperatura mais elevada. Um gás com uma temperatura suficientemente elevada para que os níveis de energia de seus átomos sejam excitados produz um espectro de emissão.

## Massas solares

Em astrofísica, utiliza-se como unidade de medida de massa a massa do Sol ( $2 \times 10^{33}$  gramas, ou 2.000.000.000.000.000 trilhões de toneladas). Assim, para se converter a taxa de perda de massas solares para gramas por segundo, basta multiplicar o número que temos pela massa do Sol e dividir o número assim obtido pelo número de segundos em um ano ( $3 \times 10^7$ ). No caso da perda de massa do Sol devida ao vento solar, de  $2 \times 10^{-14}$  massas solares, chegaremos a  $1,3 \times 10^{12}$  gramas por segundo, ou 1,3 bilhão de toneladas por segundo.

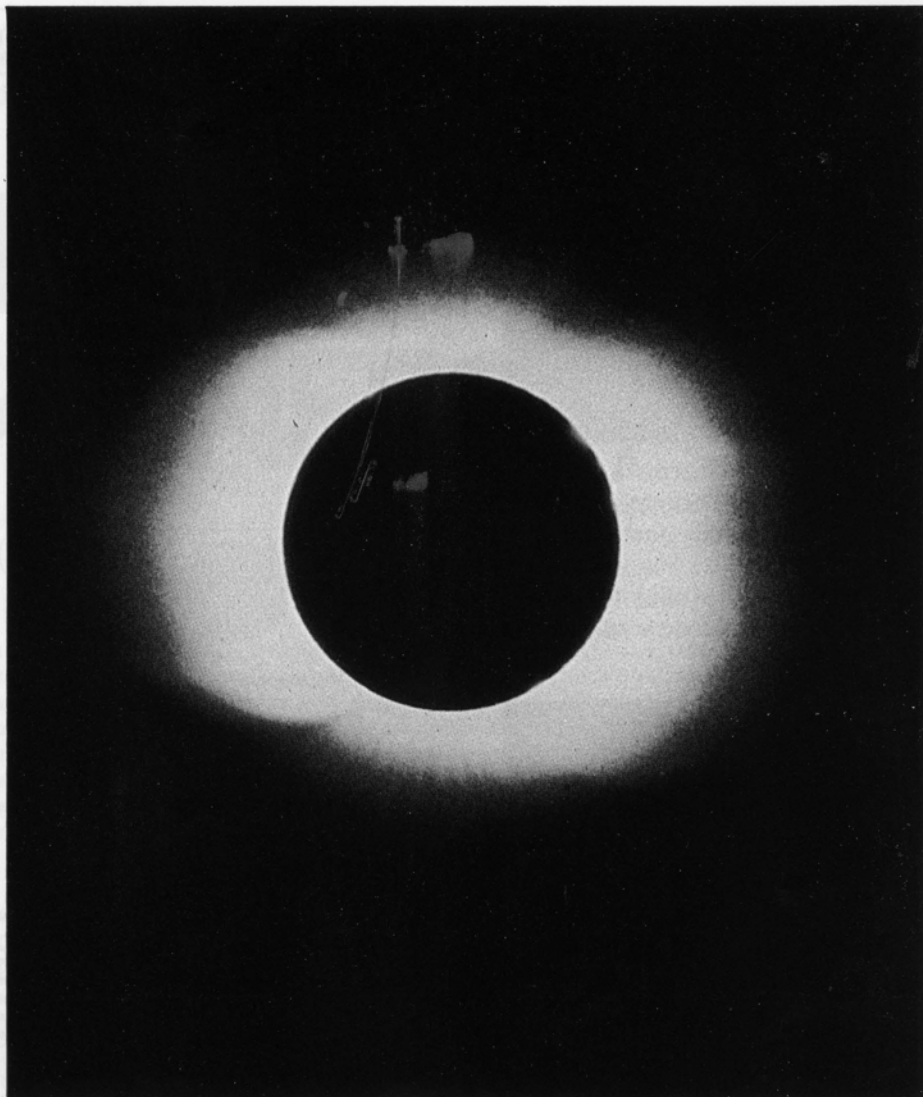


Fig. 1. Em fotos de eclipses, fica evidenciada a existência da coroa solar, atmosfera constituída de um gás com temperatura da ordem de um milhão de graus. Da expansão da coroa se origina o vento solar.

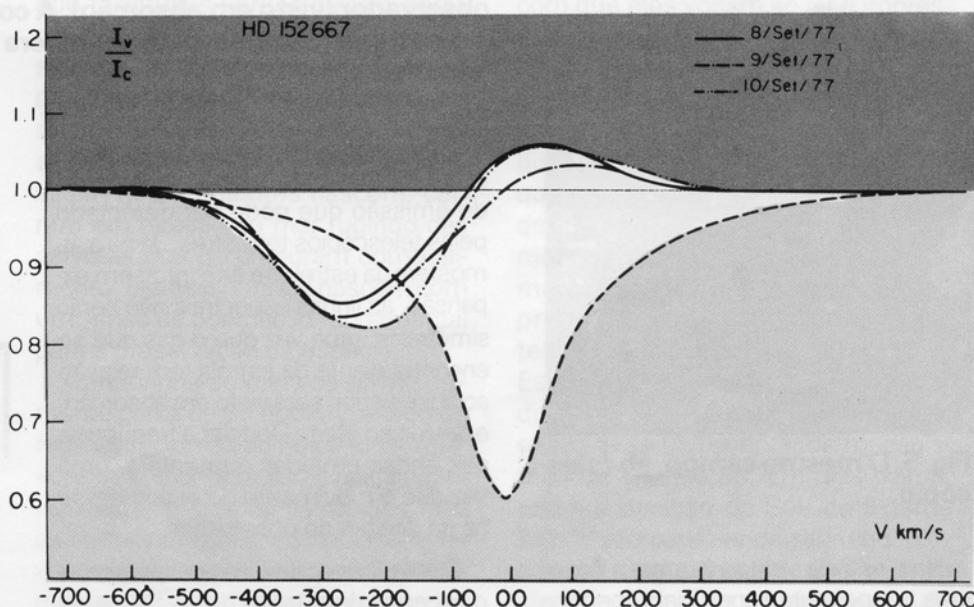
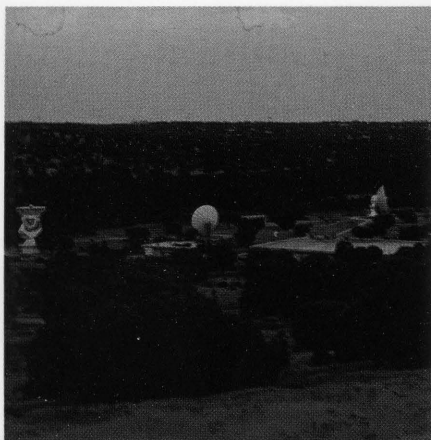
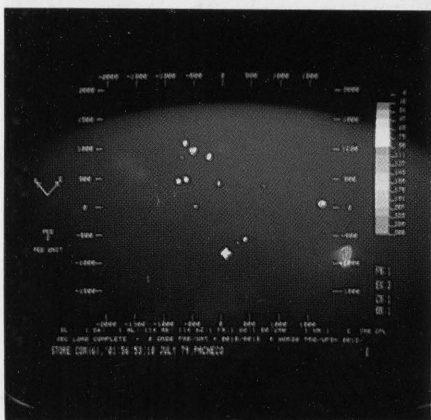


Fig. 2 Perfil *P-Cygni* formado pela estrela supergigante HD 152667. Observa-se o perfil de *absorção* na direção do azul (à esquerda) e de *emissão* na direção do vermelho (à direita).





**Fig. 3.** Estação receptora da ESA, agência espacial europeia, situada em Villafranca, perto de Madrid. A estação capta os sinais emitidos pelo satélite IUE, usados para o estudo dos ventos estelares.



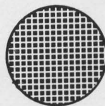
**Fig. 4.** Imagem, na tela de TV, do campo onde foram feitas as observações sobre a existência de ventos estelares.



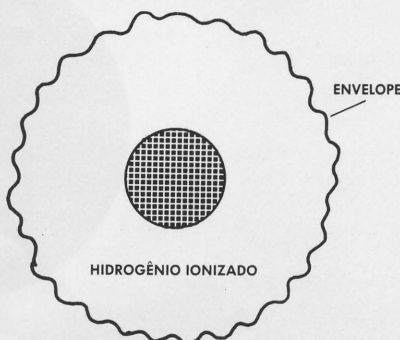
**Fig. 5.** O mesmo campo, ao telescópio.

Nas estrelas ditas quentes (com uma temperatura superficial superior a 20.000°K), a radiação ultravioleta da fotosfera é suficientemente intensa para ionizar o hidrogênio de sua atmosfera

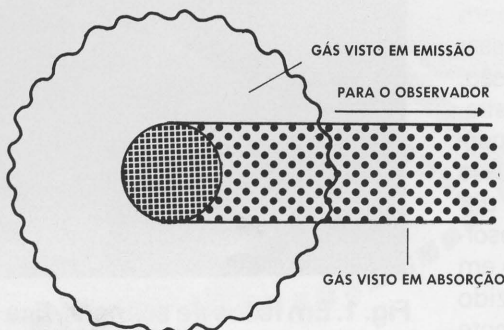
ESTRELA SEM ATMOSFERA



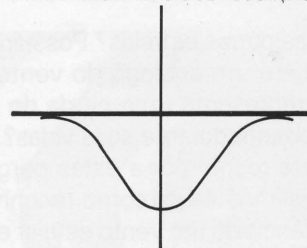
ESTRELA COM ATMOSFERA EM REPOUSO



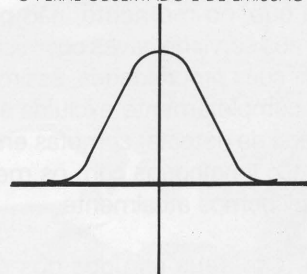
ESTRELA COM ATMOSFERA EM EXPANSÃO (VENTO ESTELAR)



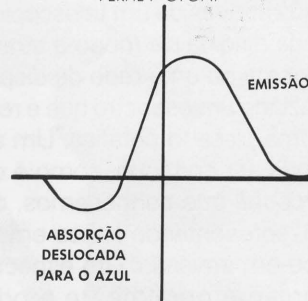
O PERFIL OBSERVADO É DE ABSORÇÃO



O PERFIL OBSERVADO É DE EMISSÃO



PERFIL P-CYgni



desenho de Vilma Gomez

Os perfis *P-Cygni* denotam a existência de um envelope gasoso, visto em emissão, e de um fluxo de partículas que se deslocam na direção do observador (visto em absorção). A combinação destes dois elementos indica a existência de uma atmosfera estelar em expansão, ou seja, um vento estelar.

externa. Recombinando-se, um próton e um elétron produzem um espectro de emissão que pode ser detectado pelos telescópios terrestres. Já se a atmosfera da estrela se encontrar em expansão, as linhas espectrais não serão simétricas, uma vez que o gás que se encontra diante da estrela (em relação ao observador) será visto em absorção, e devido ao efeito Doppler a frequência das ondas emitidas aumentará, uma vez que o movimento de expansão se dá na direção do observador.

Dessa forma, devemos esperar que o espectro de estrelas desse tipo apresente um perfil assimétrico, com absorção em direção ao azul (frequência maior) e emissão em direção ao ver-

melho (frequência menor). Esse tipo de perfil de linha espectral é chamado de *perfil P-Cygni*, porque foi observado na estrela supergigante P da constelação do Cisne.

N a figura 2, pode-se ver um perfil P-Cygni obtido pelo autor, da linha H-Beta do hidrogênio (comprimento de onda de 4.861 Ångströms) formada na estrela supergigante HD 152667, que tem uma temperatura superficial de 25.000°K.

É através do estudo dos perfis P-Cygni no espectro das estrelas que se pode diagnosticar a existência de ventos estelares. No entanto, o número de



estrelas que apresentam características P-Cygni no espectro visível (situado entre 3.600 e 6.700 Ångströms), acessível aos telescópios terrestres, é relativamente pequeno. Somente com essas informações, seríamos levados à conclusão de que os ventos estelares são propriedades únicas de objetos extremamente luminosos.

Com o advento da era espacial, porém, nossa visão desse problema mudou de forma quase radical.

Já no final da década de 60, com um pequeno instrumento a bordo de foguetes, o astrofísico norte-americano Morton mostrou que as estrelas supergigantes localizadas na constelação de Orion apresentavam ventos estelares, pois pôde observar perfis P-Cygni nas linhas espectrais dos átomos de silício ionizado três vezes (isto é, átomos que perderam três elétrons de sua camada externa) e de carbono ionizado três vezes.

As propriedades desses ventos eram fantásticas, quando comparadas às do vento solar. As velocidades de expansão chegavam a 3.000 km/s (cerca de um centésimo da velocidade da luz e dez vezes a velocidade do vento solar), e a quantidade de matéria difundida chegava a  $10^{-6}$  massas solares por ano. Essa taxa de perda de massa redundava em uma perda substancial de massa por parte da estrela no decorrer de sua evolução, tornando-se em alguns casos um acontecimento verdadeiramente dramático: a essa razão, nos 10 milhões de anos que representam a vida média de estrelas desse tipo, a perda total de massa seria equivalente a dez vezes a massa do Sol. Assim, a descoberta dos ventos estelares veio alterar uma das premissas do estudo das estrelas: a de que sua massa permanecia constante ao longo de sua evolução.

N entanto, os foguetes têm um curto tempo de voo, e assim as observações feitas por meio de instrumentos por eles transportados ainda se limitavam às estrelas brilhantes. Foi somente com o lançamento de satélites especializados, na década de 70, que os objetos de luminosidade mais fraca puderam ser devidamente estudados.

## Propriedades dos Ventos Estelares

| Tipo de estrela        | Luminosidade em relação ao Sol | Perda de massa (massas solares/ano) | Velocidade de expansão |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Of e Supergigantes OB  | $3 \times 10^5$                | $10^{-6} - 10^{-5}$                 | 3.000 km/s             |
| B, Be                  | $10^4$                         | $10^{-9} - 10^{-8}$                 | 1.500 - 2.000 km/s     |
| Núcleos de Planetárias | $10^3$                         | $10^{-10}$                          | 2.000 km/s             |

A experiência mais bem-sucedida nesse sentido é a do satélite *Explorador Ultravioleta Internacional* (IUE - *International Ultraviolet Explorer*), lançado em janeiro de 1978 por um consórcio entre a agência espacial norte-americana NASA e a agência espacial européia ESA. O IUE leva a bordo um telescópio de 45 cm de diâmetro e dois espectrógrafos do tipo *Echelle*, para espectroscopia no ultravioleta na região situada entre 1.100 e 3.200 Ångströms. Um sistema de TV envia as imagens do telescópio, de maneira que o astrônomo pode efetuar suas observações como se estivesse num observatório terrestre (com a vantagem de o mau tempo jamais poder prejudicar as observações).

A figura 3 mostra a estação receptora da ESA situada em Villafranca (perto de Madri). A figura 4 mostra imagens pelo sistema de TV do campo estelar onde as observações foram feitas.

As inúmeras observações realizadas pelo IUE até agora nos permitem afirmar que os ventos estelares, longe de serem uma exceção, constituem-se em regra quase que geral. O fenômeno se encontra presente em maior ou menor intensidade, conforme a *luminosidade* (taxa de energia emitida pela estrela, isto é, sua potência irradiada) da estrela em questão.

As propriedades até hoje observadas dos ventos estelares apontam para a existência de uma forte relação entre a taxa de perda de massa e a luminosidade do objeto, o que sugere que a *força de radiação* representa o mecanismo responsável pela aceleração do vento. Isto pode ainda ser verificado ao constataremos que cerca de 2 a 50% da quantidade de movimento dos fótons são transmitidos ao gás, ao contrário do caso do Sol, onde *não existe* nenhuma força impelindo o vento, que se desloca unicamente devido à sua alta temperatura.

Os ventos estelares das "estrelas quentes" são "ventos frios", pois a temperatura do gás é próxima da temperatura da estrela, sugerindo uma situação de equilíbrio radioativo, o que também não acontece no caso do Sol. A situação das condições físicas nos ventos estelares ainda não está bem estabelecida. Inúmeras estrelas apresentam linhas espectrais de íons como o oxigênio cinco vezes ionizado ou o nitrogênio quatro vezes ionizado. O campo de radiação da estrela não é capaz de produzir tais íons com potencial de ionização elevado. Neste caso, é possível que os ventos não sejam "frios", mas sim "tépidos" ou "mornos", isto é, com temperaturas da ordem de 100.000°K, necessárias para produzir os íons observados através de colisões com elétrons. Isto implicaria que, tal como no Sol, deve haver um mecanismo através do qual energia mecânica subfotosférica é depositada no vento. Trata-se de um ponto fundamental na pesquisa atual da física dos ventos estelares.

As questões que no momento se colocam, após toda a fantástica quantidade de dados trazida pelo IUE, podem ser resumidas no seguinte:

- 1) Que mecanismos produzem íons com elevado potencial de ionização no envelope?
- 2) Como se processa a aceleração dos envelopes?
- 3) Que mecanismos depositam energia nos ventos?
- 4) Como a evolução das estrelas se altera devido à perda de massa?

Estas questões, embora não exaustivas, certamente irão ocupar os astrofísicos durante os próximos anos, antes que respostas satisfatórias possam ser encontradas.

\*Observatório Nacional - CNPq, Rio de Janeiro.



A família brasileira se encaminha aceleradamente para um padrão de dois filhos por casal — ou seja, para um nível em que cada geração de pais dá origem a uma geração de filhos exatamente do mesmo tamanho. Essa é uma das conclusões sugeridas pelas tabulações avançadas do Censo de 1980. Outras mudanças significativas também foram percebidas.

# O POTENCIAL DE CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

Nelson do Valle Silva\*

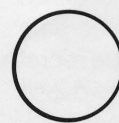
A recente publicação das tabulações avançadas do Censo de 1980 confirmou um fato demográfico de que já se tinha fortes indícios durante a última década: uma queda vertiginosa no nível da fecundidade da população brasileira. O número médio de filhos por mulher ao fim de seu período reprodutivo declinou em cerca de 30% nos últimos vinte anos, caindo de um total de cerca de 6,3 filhos por mulher, em torno de 1960, para uma média aproximadamente 4,2 filhos em 1980. Assim, a família brasileira se encaminha aceleradamente para o padrão de dois filhos por casal, ou seja, para um nível em que cada geração de pais dá origem a uma geração de filhos exatamente do mesmo tamanho. A esse nível de fecundidade, que poderíamos denominar de "fecundidade de reposição", cada mulher gera em média uma e apenas uma filha, que no tempo devido a substituirá em seu papel na reprodução da população.

Evidentemente, essa é uma condição essencial para se atingir a situação que os demógrafos chamam de "estacionariedade", ou seja, uma população com crescimento zero, limite de longo prazo necessário para toda e qualquer população geograficamente limitada.

O que não é tão evidente é que, mesmo que a fecundidade da mulher brasileira atinja o "nível de reposição" imediatamente, a nossa população ainda continuará a crescer por pelos menos mais 70 anos, só atingindo a condição de estacionariedade pouco depois do ano 2050. Nessa data, ela terá atingido um total de no mínimo 185 milhões de habitantes, ou seja, cerca de 66 milhões de pessoas mais do que em 1980. Assim, um país como o Brasil, mesmo nas condições demográficas mais propícias, ainda deve esperar um crescimento populacional tão substancial quanto inevitável nas próximas décadas.

Examinemos em detalhes o por-

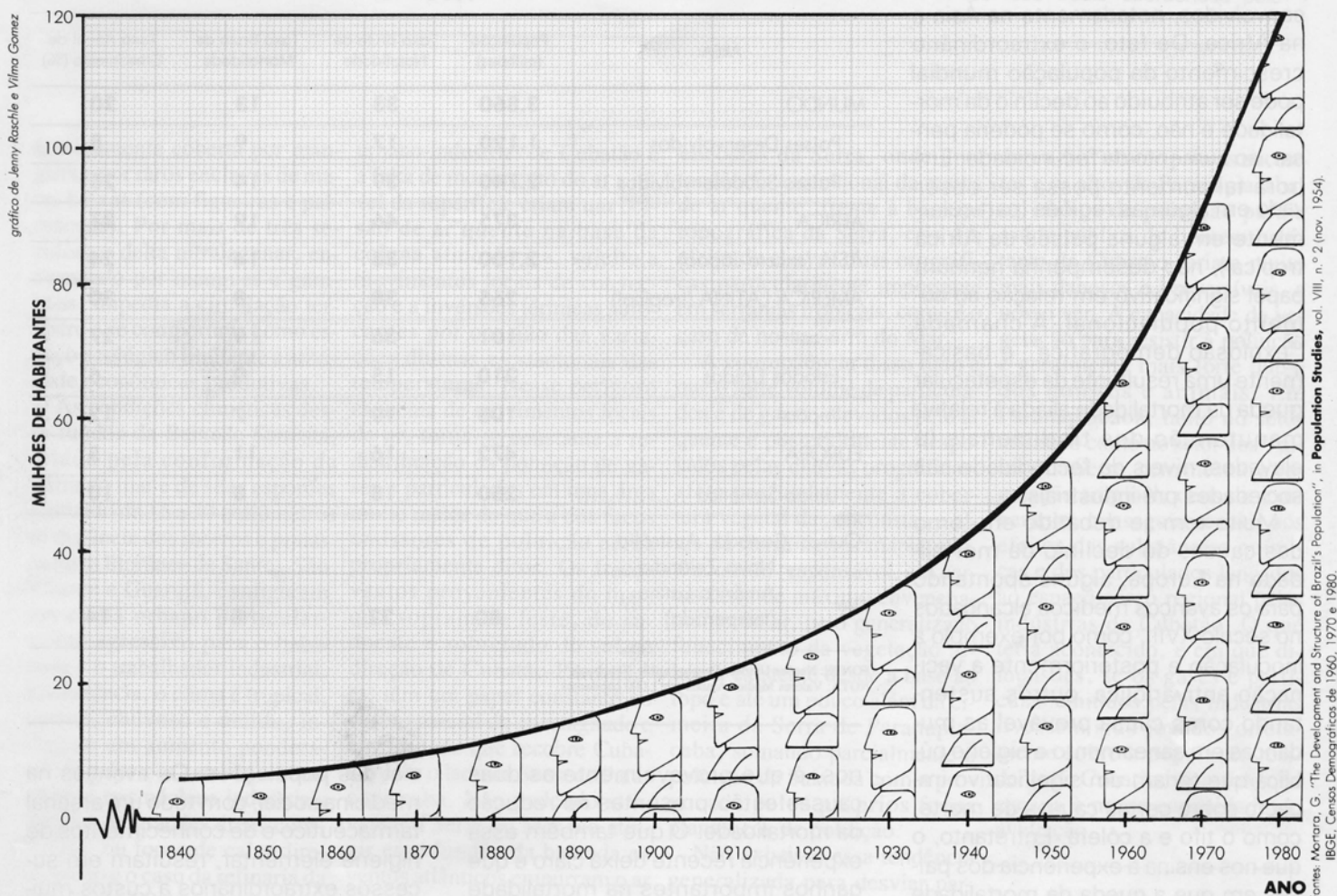
quê da inevitabilidade desse crescimento, mesmo que se atinja imediatamente um nível de fecundidade de mera "reposição" de gerações.



termo "explosão demográfica", cujo uso se difundiu tão amplamente nas últimas décadas, descreve um aspecto importantíssimo de nossa época e a caracteriza como um período sem precedentes na história. De fato, nunca a humanidade passou por uma fase de igual crescimento populacional, quer consideremos o mundo como um todo, quer consideremos isoladamente suas diversas regiões. Descrever esse novo fenômeno como "explosivo" não constitui nenhum exagero. Segundo estimativas de J. Durand, do ano 1 da era cristã até 1750 a população do mundo cresceu de cerca de 500 milhões para um total de aproximadamente 800 milhões de pessoas. O meio do século XVIII marca uma extraordinária mu-



Fig. 1 — A POPULAÇÃO BRASILEIRA



dança no crescimento populacional, verificando-se uma acentuada aceleração na taxa de crescimento que, de resto, acompanha de perto a chamada "revolução industrial", centrada particularmente na Europa ocidental e nos Estados Unidos da América. A taxa anual de crescimento populacional, que foi de cerca de 0,56 por mil habitantes por ano durante o período 1 d.c.-1750 d.c., se elevou a 4,4 por mil entre 1750 e 1800, resultando desse crescimento uma população mundial de cerca de 1 bilhão de pessoas.

Por volta de 1850, a população do mundo era de aproximadamente 1,3 bilhão de pessoas, e em 1900 atingiu cerca de 1,7 bilhão, o que representa taxas de 5,2 e 5,4 por mil ao ano para cada metade do século XIX, respectivamente. Segundo estimativas da ONU, a população mundial em torno de 1950 compreendia cerca de 2,5 bilhões de pessoas, o que, se for comparado com os 1,7 bilhão para 1900, implica uma taxa média anual de 7,9

por mil para a primeira metade do século XX. As estatísticas para o período mais recente são ainda mais dramáticas. No terceiro quartel do nosso século, a taxa de crescimento mais que duplicou, atingindo a marca anual de 17,1 por mil, da qual resultou a população atual, estimada em cerca de 4 bilhões de pessoas.

O Brasil também foi atingido por esse fenômeno explosivo. Com uma população estimada em cerca de 4 milhões no início do século XIX, teve no decorrer daquele século sua população mais que quadruplicada, atingindo 18 milhões de habitantes em 1900 (para uma avaliação visual desse crescimento, ver a figura 1). Nos cinquenta anos que se seguiram, a população brasileira quase que novamente quadruplica, atingindo perto de 52 milhões de habitantes em 1950. Desde então, nossa população mais que dobrou, com um total avaliado em mais de 119 milhões em 1980, passando pelos 92,7 milhões encontrados pelo Censo de 1970.

Para o ano 2000, as projeções mais plausíveis indicam uma população brasileira entre 160 e 180 milhões de pessoas. Voltaremos a esse assunto mais tarde, cabendo por ora apenas observar a velocidade vertiginosa com que nossa população tem crescido nas últimas décadas e o crescimento muito substancial que ainda temos garantido para o futuro próximo. Fica, no entanto, a questão: quais as causas desse crescimento explosivo da população mundial de modo geral, e da população brasileira em particular?

D o ponto de vista histórico, nossa época se caracteriza por ter a mortalidade declinado a níveis nunca antes experimentados, particularmente nos países desenvolvidos. Declínios espetaculares também ocorreram mais recentemente em alguns países subdesenvolvidos, como por exemplo os países da América Latina, e declínios seme-



lhantes parecem estar em vias de realização nos demais países subdesenvolvidos, notadamente na Ásia e na África. De fato, o extraordinário crescimento da população mundial pode ser atribuído ao declínio da mortalidade e não, como se poderia pensar, ao aumento da fecundidade. Embora tal aumento possa ser observado em algumas regiões (particularmente em alguns países da África tropical), não desempenha nenhum papel significativo em relação ao aumento populacional. A chamada "explosão demográfica" é basicamente uma resultante da espetacular queda da mortalidade aliada à relativa manutenção dos tradicionais (e elevados) níveis da fecundidade nas sociedades pré-industriais.

Muito tem-se debatido em torno das causas do declínio da mortalidade na Europa, alguns apontando para os avanços médicos alcançados no século XVIII, como por exemplo a inoculação e posteriormente a vacinação antivariólica, outros sustentando como causa provável as mudanças em saneamento e higiene pública que teriam um significativo impacto sobre certas causas de morte, como o tifo e a cólera. Entretanto, o que nos ensina a experiência dos países em que a queda da mortalidade se deu mais recentemente, como por exemplo os países latino-america-

**TABELA 1 — COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL EM 1973**

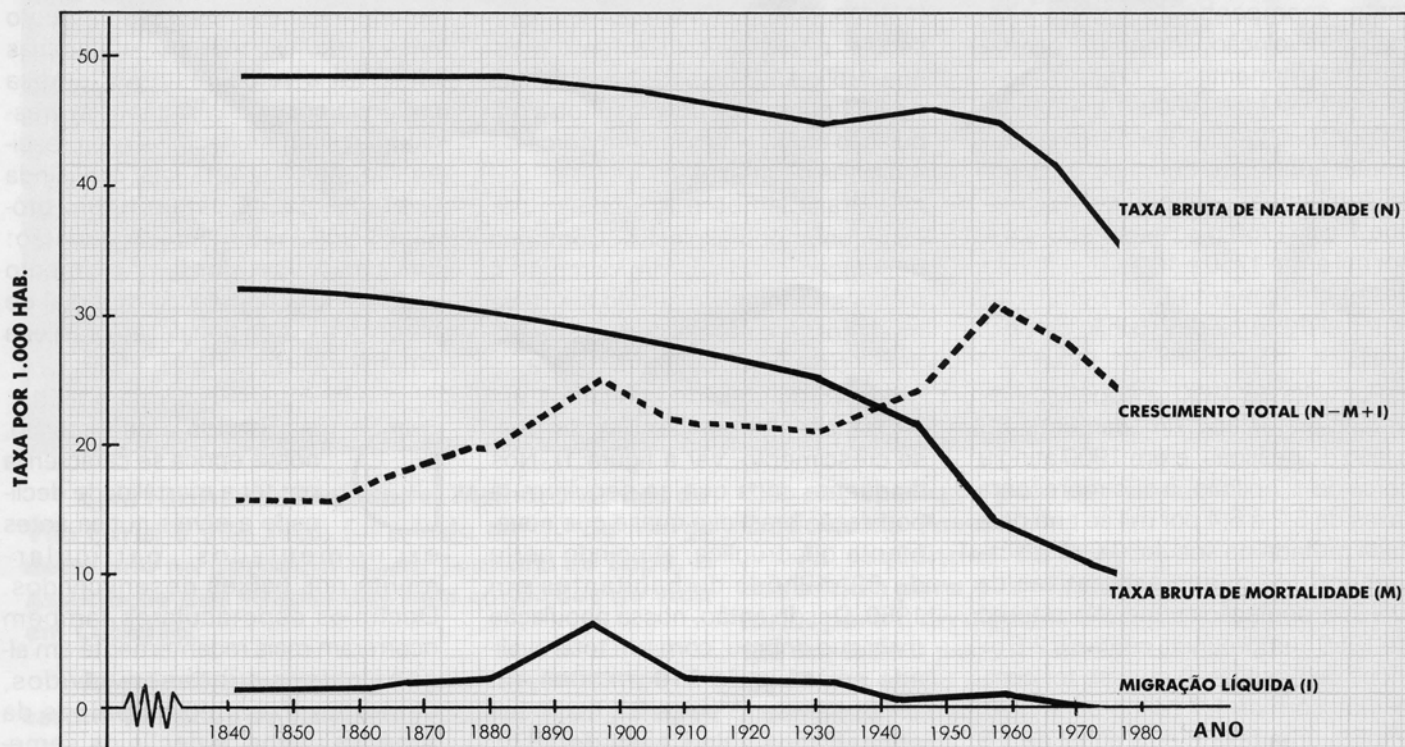
| ÁREA                                                                       | População (milhões) | Taxa Bruta de Natalidade | Taxa Bruta de Mortalidade | Taxa Anual de Crescimento (%) |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| MUNDO .....                                                                | <b>3.860</b>        | <b>33</b>                | <b>13</b>                 | <b>20</b>                     |
| Países Desenvolvidos .....                                                 | <b>1.120</b>        | <b>17</b>                | <b>9</b>                  | <b>8</b>                      |
| Países Subdesenvolvidos ....                                               | <b>2.740</b>        | <b>39</b>                | <b>14</b>                 | <b>25</b>                     |
| ÁFRICA .....                                                               | <b>375</b>          | <b>46</b>                | <b>19</b>                 | <b>27</b>                     |
| ÁSIA (exceto Japão) .....                                                  | <b>2.100</b>        | <b>38</b>                | <b>14</b>                 | <b>24</b>                     |
| AMÉRICA LATINA (tropical) ...                                              | <b>265</b>          | <b>38</b>                | <b>8</b>                  | <b>30</b>                     |
| Brasil .....                                                               | <b>101</b>          | <b>36</b>                | <b>9</b>                  | <b>27</b>                     |
| Estados Unidos .....                                                       | <b>210</b>          | <b>15</b>                | <b>9</b>                  | <b>6</b>                      |
| Japão .....                                                                | <b>108</b>          | <b>19</b>                | <b>7</b>                  | <b>12</b>                     |
| EUROPA .....                                                               | <b>472</b>          | <b>16</b>                | <b>11</b>                 | <b>5</b>                      |
| União Soviética .....                                                      | <b>250</b>          | <b>18</b>                | <b>8</b>                  | <b>10</b>                     |
| Outros: Canadá, Austrália, Nova Zelândia, América Latina (temperada) ..... | <b>80</b>           | <b>22</b>                | <b>8</b>                  | <b>14</b>                     |

FONTE: Nações Unidas, *Demographic Yearbook*  
 NOTA: Valores Médios Anuais por 1.000 habitantes.

nos, é que provavelmente as duas causas estão presentes na redução da mortalidade. O que também essa experiência recente deixa claro é que ganhos importantes na mortalidade podem ser obtidos sem nenhuma modificação de monta na situação so-

cial das populações. Os avanços na medicina social, com todo um arsenal farmacêutico e de conhecimentos de higiene elementar, resultam em sucessos extraordinários a custos muito reduzidos. Da mesma forma, melhoramentos relativamente menores

**Fig. 2 — COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA (1840-1980)**



Fonte: Mervan de Melo et al., *Country Profiles: Brazil*, Population Council, 1978. gráfico de Jenny Raschle



no saneamento, particularmente em áreas urbanas, resultam geralmente em ganhos substanciais na saúde das populações. Assim, a história recente registra casos de países subdesenvolvidos com baixíssima renda *per capita* que apresentam reduções marcantes em seus níveis de mortalidade, de tal forma que as diferenças entre países pobres e países ricos nessa questão é muito menor do que o era há algumas décadas.

É claro (como se pode observar na tabela 1) que desníveis importantes ainda persistem quanto à mortalidade entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Enquanto a taxa de mortalidade dos países subdesenvolvidos está atualmente em torno de 14 por mil por ano, é de cerca de 9 por mil nos países desenvolvidos, diferença bastante significativa. Os níveis de mortalidade mais elevados são encontrados na África e na Ásia, sendo o mais reduzido observado no Japão.

O nível de mortalidade atual no Brasil é relativamente baixo, sendo estimado entre 9 e 10 por mil anuais, o que o torna comparável à média dos países desenvolvidos. Historicamente, também experimentamos o mesmo processo de espetacular declínio da mortalidade (conforme pode ser observado na figura 2): de uma taxa bruta superior a 30 por mil ao ano durante a maior parte do século XIX, atingimos em nossos dias uma taxa correspondente a um terço da registrada há cem anos.

Essa taxa relativamente reduzida para a população brasileira não pode, no entanto, ser considerada com exagerado otimismo. Deve-se observar que comparações internacionais utilizando-se a taxa bruta de mortalidade devem ser feitas com extremo cuidado, uma vez que esse tipo de taxa reflete parcialmente a estrutura por idade de uma população. Assim, dada uma mesma situação geral de mortalidade, uma sociedade que tenha uma população mais "velha" (ou seja, com uma maior frequência relativa de pessoas nos grupos de idade mais avançados) apresentará uma taxa bruta de mortalidade maior que aquela obtida para uma sociedade com uma estrutura etária mais "jovem", uma vez que terá um maior número relativo de pessoas nas fai-

xas de idade onde a mortalidade é maior. O Brasil, como veremos posteriormente, possui uma população bastante "jovem", o que o favorece quando comparamos sua taxa de mortalidade com as dos países desenvolvidos, sociedades que, tipicamente, têm populações "velhas". De fato, tivesse o Brasil uma estrutura etária similar à predominante na Europa, sua taxa bruta de mortalidade seria bem mais elevada, provavelmente em torno dos 14 por mil habitantes ao ano. Nesse sentido, é mais indicada, para comparações internacionais, a utilização da expectativa de vida ao nascer (ou vida média), medida que independe da estrutura etária da população.

Além disso, a situação da mortalidade infantil em nosso país é bastante grave. Embora se tenha observado um aumento da expectativa de vida ao nascer, quase que dobrando nos últimos 70 anos (a expectativa de vida ao nascer para homens era de 33,4 anos em 1910 e estimada em torno de 59 anos em 1980; para mulheres os valores correspondentes são 34,6 e 62,2, respectivamente), a mortalidade das crianças menores de 5 anos é ainda bastante elevada, constituindo o obstáculo maior para futuros ganhos na expectativa de vida ao nascer. Para se ter uma idéia da extensão do problema, recorramos novamente a algumas comparações internacionais, agora cotejando-se a expectativa de vida restante aos cinco anos de idade com aquela que se tem ao nascer. Ao nascer, uma criança do sexo masculino tem, no Brasil, uma expectativa de vida de aproximadamente 59 anos. O valor correspondente para crianças do sexo feminino é de cerca de 62 anos de vida. Já as crianças afortunadas o bastante para sobreviverem até os cinco anos de idade podem esperar viver em média mais 63 anos no caso dos homens (ou seja, até os 68 anos de idade) e mais 65 anos no caso de mulheres (ou seja, até os 70 anos de idade). Isso evidencia os tremendos riscos enfrentados pelas crianças brasileiras nos primeiros anos de vida. A situação em países desenvolvidos é bastante diversa. Na Suécia, por exemplo, uma criança do sexo feminino tem ao nascer uma expectativa de vida de 77,7 anos. Ao completar cinco anos, sua expectativa de

vida adicional é de 73,5 anos, ou seja, deverá sobreviver em média até 78,5 anos, o que mostra de modo claro que virtualmente nenhuma criança sueca morre antes dos cinco anos de idade.

É importante que se acentue que a situação da mortalidade infantil no Brasil não expressa unicamente as vicissitudes do subdesenvolvimento. Na realidade (veja a tabela 2), apenas três países na América Latina mostram um índice de mortalidade infantil superior aos 109 por mil anuais observados no Brasil: a Nicarágua, com 122, o Haiti, com 130, e a Bolívia, com 168. Essa situação fica ainda mais clara quando consideramos que o Brasil possui uma renda *per capita* significativamente superior à da maioria dos países do continente, o que nos faria esperar uma taxa de mortalidade bem inferior à encontrada.

Também deve ser enfatizado que ainda persistem no Brasil diferenças internas muito grandes nas chances de sobrevivência, quer consideremos as diversas áreas geográficas do país, quer consideremos as diversas camadas sociais. Assim, estudos feitos com base nos dados do Censo de 1970 indicaram que a região com maior nível de mortalidade é o Nordeste, com uma expectativa de vida ao nascer ligeiramente inferior a 50 anos, enquanto o Sudeste é a região de menor mortalidade, com uma expectativa de vida ao nascer próxima dos 62 anos. Há, portanto, uma diferença de mais de 12 anos de vida, em média, entre pessoas moradoras nas duas áreas. Da mesma forma, quando examinamos a mortalidade por níveis de renda (tabela 3), constatamos também diferenças marcantes, freqüentemente superiores a 7 anos de vida em média. Os diferenciais de mortalidade parecem ser maiores no Nordeste, onde as diferenças nas chances de vida entre ricos e pobres ultrapassam em média 10 anos. Com isso, o efeito combinado de região de moradia com o nível de renda sobre a mortalidade resulta que, entre um brasileiro pobre do Nordeste e um brasileiro rico do Sul, haja uma diferença na expectativa de vida ao nascer superior a 23 anos, o que ilustra de modo dramático a relação entre desigualdades sociais e a morte na sociedade brasileira.



A pesar da mortalidade ser ainda de grande importância demográfica, talvez a grande característica da época que estamos vivendo é que, pela primeira vez, a fecundidade está-se tornando o elemento responsável pela dinâmica populacional. Nos países desenvolvidos, o nível de mortalidade atingiu níveis tão baixos que seu efeito sobre a dinâmica demográfica é muito reduzido. Como quase toda a população feminina nesses países sobrevive até o fim do período reprodutivo, tendo portanto todos os filhos que deseja ter, o efeito da mortalidade sobre o tamanho (ou seja, o número de pessoas) da população é mínimo, se comparado ao efeito das mudanças nas taxas de fecundidade. Numa demonstração pitoresca desse fato, Coale mostrou que o efeito de se obter a completa imortalidade para todos os americanos sobre a taxa de crescimento da população dos Estados Unidos seria inferior ao efeito produzido por um acréscimo de apenas 15% na taxa de fecundidade das mulheres americanas.

Nos países em desenvolvimento, o crescimento populacional ainda depende em larga margem de futuros declínios da mortalidade. Mas no caso do Brasil, embora ainda haja ganhos muito importantes a serem feitos em relação à mortalidade (em particular à mortalidade infantil), o com-

**TABELA 2 — MORTALIDADE INFANTIL E RENDA PER CAPITA EM DÓLARES PARA OS PAÍSES LATINO-AMERICANOS**

| PAÍSES                         | Índice de Mortalidade Infantil* | Renda Per Capita em Dólares |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| AMÉRICA LATINA .....           | 85                              | 1.380                       |
| AMÉRICA CENTRAL .....          | 72                              | 1.180                       |
| Costa Rica .....               | 28                              | 1.540                       |
| El Salvador .....              | 51                              | 600                         |
| Guatemala .....                | 76                              | 910                         |
| Honduras .....                 | 103                             | 480                         |
| México .....                   | 70                              | 1.290                       |
| Nicarágua .....                | 122                             | 840                         |
| Panamá .....                   | 47                              | 1.290                       |
| Caribe .....                   | 72                              | 1.160                       |
| Bahamas .....                  | 25                              | 2.620                       |
| Barbados .....                 | 27                              | 1.940                       |
| Cuba .....                     | 25                              | 810                         |
| República Dominicana .....     | 96                              | 910                         |
| Haiti .....                    | 130                             | 260                         |
| Jamaica .....                  | 15                              | 1.110                       |
| Porto Rico .....               | 20                              | 2.720                       |
| Trinidad e Tobago .....        | 29                              | 2.910                       |
| AMÉRICA DO SUL TROPICAL .....  | 98                              | 1.430                       |
| Bolívia .....                  | 168                             | 510                         |
| Brasil .....                   | 109                             | 1.570                       |
| Colômbia .....                 | 77                              | 870                         |
| Equador .....                  | 70                              | 910                         |
| Guiana .....                   | 50                              | 550                         |
| Paraguai .....                 | 64                              | 850                         |
| Peru .....                     | 92                              | 740                         |
| Venezuela .....                | 45                              | 2.910                       |
| AMÉRICA DO SUL TEMPERADA ..... | 44                              | 1.750                       |
| Argentina .....                | 45                              | 1.910                       |
| Chile .....                    | 40                              | 1.410                       |
| Uruguai .....                  | 46                              | 1.610                       |

FONTE: Population Reference Bureau, 1980 World Population Data Sheet, 1980.  
NOTA: Dados referentes aos anos 1977-78. \* Número de Mortes por 1.000 ao Ano.

**TABELA 3 — EXPECTATIVA DE VIDA AO NASCER SEGUNDO GRUPOS DE RENDIMENTO MÉDIO MENSAL FAMILIAR PARA DEZ REGIÕES DO BRASIL-1970**

| REGIÃO                                                                                                  | Expectativa de Vida ao Nascer Estimada (Anos) por Grupos de Rendimento Médio Mensal Familiar (Cruzeiros) |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                                         | 1,00 a 150,00                                                                                            | 151,00 a 300,00 | 301,00 a 500,00 | acima de 500,00 |
| Amazônia (Acre, Pará, Roraima e Rondônia) .....                                                         | 53,4                                                                                                     | 53,9            | 54,8            | 58,2            |
| Nordeste Setentrional (Maranhão e Piauí) .....                                                          | 50,0                                                                                                     | 50,8            | 52,7            | 55,7            |
| Nordeste Central (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Fernando de Noronha) ..... | 43,8                                                                                                     | 46,1            | 50,3            | 54,4            |
| Nordeste Meridional (Bahia e Sergipe) .....                                                             | 48,9                                                                                                     | 50,3            | 51,9            | 54,9            |
| Minas Gerais (Minas Gerais e Espírito Santo) .....                                                      | 53,8                                                                                                     | 55,4            | 58,6            | 62,3            |
| Rio de Janeiro (na época do Censo 70: Rio de Janeiro e Guanabara) .....                                 | 54,1                                                                                                     | 54,8            | 57,6            | 62,1            |
| São Paulo .....                                                                                         | 54,7                                                                                                     | 56,1            | 58,7            | 63,9            |
| Paraná .....                                                                                            | 54,8                                                                                                     | 56,5            | 59,3            | 63,7            |
| Sul (Santa Catarina e Rio Grande do Sul) .....                                                          | 60,5                                                                                                     | 61,2            | 63,4            | 66,9            |
| Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal) .....                                              | 56,5                                                                                                     | 57,1            | 58,2            | 63,3            |

FONTE: Carvalho, J.A.M. & Wood C.H., "Renda e Concentração da Mortalidade no Brasil", Revista de Estudos Econômicos, São Paulo, 7(1):107-30, 1977.



ponente mais forte no que diz respeito ao crescimento populacional é a manutenção em níveis ainda elevados da fecundidade das mulheres. Como vimos, a mortalidade declinou espetacularmente no Brasil nos últimos cem anos. Entretanto, a natalidade (ou seja, o número de nascimentos anuais em relação ao total da população) se manteve bastante estável ao longo do mesmo período: a taxa bruta de natalidade, que oscilou em torno de 46,5 por mil durante todo o século XIX, começou a declinar desde o início do presente século, mas a um ritmo tão suave que a média para a década 1960-70 ainda era de 40 por mil, ou seja, houve apenas uma redução de 6,5 por mil em mais de cem anos. Aliada ao declínio vertiginoso da mortalidade, essa manutenção da alta natalidade resultou em ritmos crescentes do crescimento natural, o qual atingiu um máximo histórico na década de 50, quando superou 29 por mil em média por ano. Essa taxa implicaria uma duplicação do total da população aproximadamente a cada 25 anos.

No entanto, existem fortes indícios de que, desde meados da década de 60, a fecundidade feminina no Brasil se tem reduzido em ritmo muito acelerado. Os censos de 1970 e 1980 indicaram que a taxa de fecundidade total (ou seja, o número total médio de filhos que cada mulher teria ao fim de seu período reprodutivo, caso em sua trajetória de vida seguisse as taxas específicas de fecundidade por idade observadas no momento da pesquisa) tem declinado rápida e constantemente ano a ano. Assim, para o Brasil como um todo, a taxa de fecundidade total (TFT) declinou de 5,7 em 1970 para cerca de 4,2 em 1980, uma redução sem dúvida muito substancial, atingindo cerca de menos 1,5 filho em média ao longo de uma década. A queda da fecundidade feminina é observável para todos os tipos de áreas e para todos os grupos sociais.

É importante que se fixe, entretanto, que apesar da aceleração recente no declínio da fecundidade, o nível da reprodução no Brasil é ainda muito elevado. Podemos estimar para o Brasil em 1978 uma taxa bruta de natalidade de cerca de 35 por mil. Comparando-se esse valor com outros estimados para as diversas re-

**TABELA 4 — ESTIMATIVAS DA TAXA BRUTA DE NATALIDADE-1978  
PRINCIPAIS REGIÕES DO MUNDO E BRASIL**

|                                 | T. B. N.  |
|---------------------------------|-----------|
| MUNDO .....                     | <b>28</b> |
| Países Desenvolvidos .....      | <b>16</b> |
| Países em Desenvolvimento ..... | <b>32</b> |
| ÁFRICA .....                    | <b>46</b> |
| ÁSIA .....                      | <b>28</b> |
| Sudoeste Asiático .....         | <b>40</b> |
| Sul Asiático .....              | <b>37</b> |
| Sudeste Asiático .....          | <b>36</b> |
| Leste Asiático .....            | <b>18</b> |
| AMÉRICA DO NORTE .....          | <b>16</b> |
| AMÉRICA LATINA .....            | <b>34</b> |
| América Central .....           | <b>38</b> |
| Caribe .....                    | <b>28</b> |
| América do Sul Tropical .....   | <b>36</b> |
| América do Sul Temperada .....  | <b>24</b> |
| EUROPA .....                    | <b>14</b> |
| Norte Europeu .....             | <b>13</b> |
| Europa Ocidental .....          | <b>12</b> |
| Europa Oriental .....           | <b>18</b> |
| Europa Meridional .....         | <b>15</b> |
| UNIÃO SOVIÉTICA .....           | <b>18</b> |
| OCEANIA .....                   | <b>20</b> |
| BRASIL .....                    | <b>35</b> |

giões do mundo (tabela 4), podemos observar claramente o alto nível da natalidade em nosso país. De fato, a taxa bruta da natalidade ainda é significativamente superior à média observada no mundo, sendo mais de duas vezes maior que a taxa estimada para os países desenvolvidos, e superior mesmo à média dos países em desenvolvimento. Poucas

são as regiões do mundo em que a natalidade é claramente superior à brasileira: a África (com 46 por mil) e o Sudoeste Asiático (ou seja, o Oriente Médio, com 40 por mil). No resto do mundo, as taxas são inferiores ou no máximo equivalentes à brasileira, tendo a Europa uma taxa estimada em apenas cerca de 1/3 da prevista para o Brasil.

**TABELA 5 — TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL 1970-1976  
BRASIL E REGIÕES**

| REGIÃO                                 | TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL |             |             |             |             |             |
|----------------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                        | Total                     |             | Urbana      |             | Rural       |             |
|                                        | 1970                      | 1976        | 1970        | 1976        | 1970        | 1976        |
| BRASIL .....                           | <b>5,65</b>               | <b>4,26</b> | <b>4,55</b> | <b>3,44</b> | <b>7,65</b> | <b>6,20</b> |
| Região I : RJ .....                    | <b>3,80</b>               | <b>2,72</b> | <b>3,52</b> | <b>2,55</b> | <b>6,94</b> | <b>5,01</b> |
| Região II : SP .....                   | <b>3,94</b>               | <b>3,02</b> | <b>3,56</b> | <b>2,80</b> | <b>6,06</b> | <b>4,65</b> |
| Região III : Sul .....                 | <b>5,42</b>               | <b>4,03</b> | <b>4,05</b> | <b>3,31</b> | <b>6,86</b> | <b>5,01</b> |
| Região IV : MG, ES .....               | <b>6,22</b>               | <b>4,31</b> | <b>4,99</b> | <b>3,57</b> | <b>7,79</b> | <b>5,79</b> |
| Região V : Nordeste .....              | <b>7,54</b>               | <b>6,12</b> | <b>6,43</b> | <b>4,84</b> | <b>8,47</b> | <b>7,46</b> |
| Região VI : Brasília .....             | <b>5,59</b>               | <b>3,89</b> | <b>5,45</b> | <b>3,63</b> | <b>8,77</b> | <b>5,07</b> |
| Região VII: Norte e Centro-Oeste ..... | —                         | —           | <b>4,94</b> | <b>4,26</b> | —           | —           |



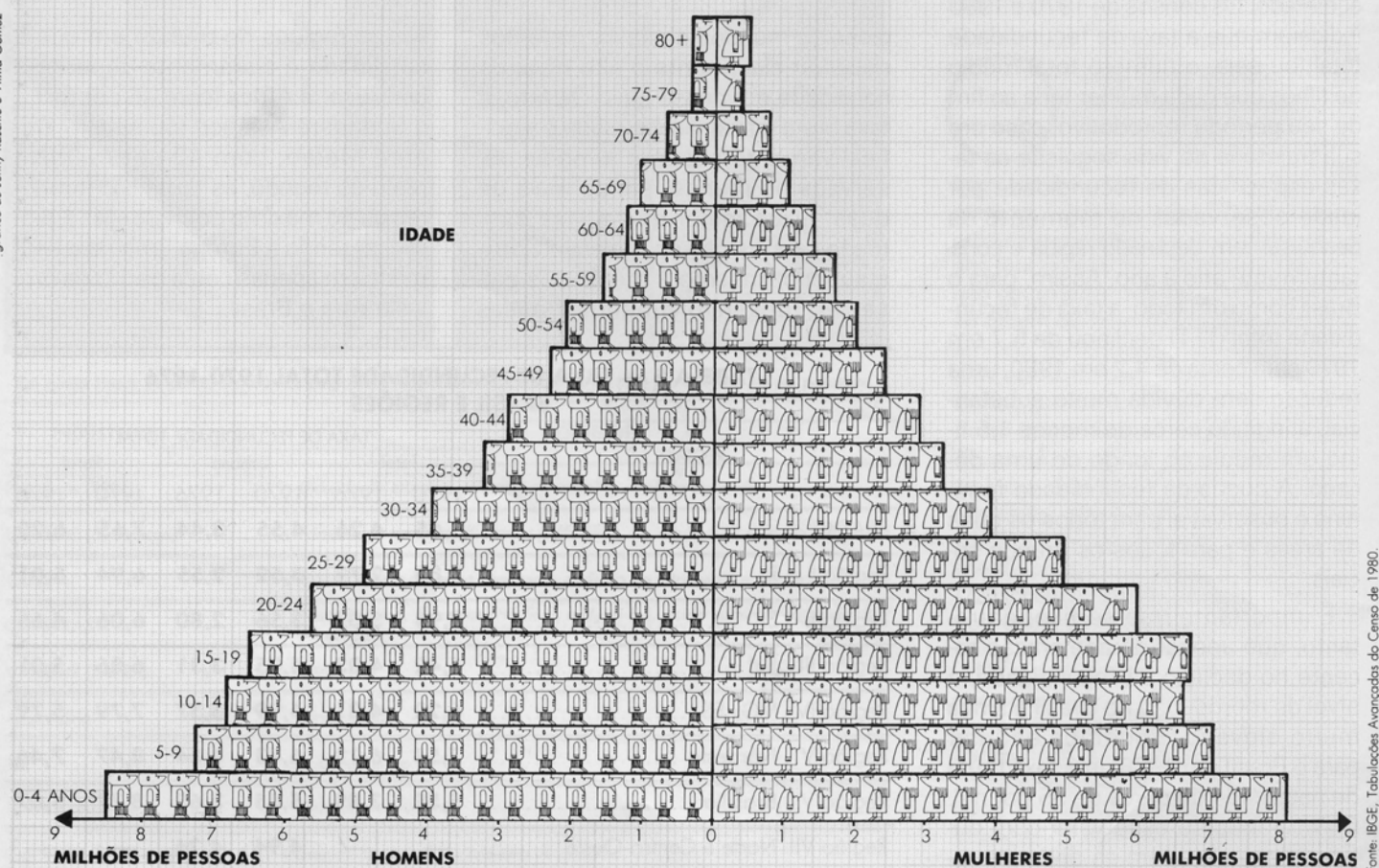
Além disso, subsistem internamente grandes diferenças na fecundidade feminina entre áreas e grupos sociais. Assim, enquanto observamos, na Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar levada a cabo pelo IBGE em 1976 (tabela 5), uma taxa de fecundidade total para áreas urbanas no Brasil em geral estimada em 3,4 filhos, o valor correspondente para áreas rurais foi estimado em 6,2 filhos, o que representa portanto uma diferença de quase 3 filhos em média. As diferenças entre regiões é também marcante, de tal forma que se por um lado observamos uma TFT estimada em 2,6 filhos para os habitantes das áreas urbanas do Rio de Janeiro, observamos por outro lado uma taxa de 7,5 filhos para as áreas rurais do Nordeste. Isso significa que entre um brasileiro rico e um brasileiro pobre existe uma diferença bastante grande, de quase 5 filhos em média. A fecundidade ainda tem portanto um longo declive a percorrer no Brasil.

Desse passado de alta fecundidade e de mortalidade declinante resulta uma importante característica da população brasileira, ou seja, a amplíssima predominância de jovens, o que pode ser observado na figura 3. O efeito da fecundidade sobre a estrutura por idade de uma população é bastante óbvio. Se a fecundidade é elevada numa população, cada geração de pais dará origem a uma geração de filhos mais numerosa do que ela. Assim, a estrutura etária de uma população com um passado de fecundidade consistentemente alto terá uma forma tipicamente piramidal, com os patamares inferiores sendo maiores que os patamares imediatamente superiores. Quanto maior a fecundidade da população, maior é a relação entre o tamanho dos patamares. Contrariamente, uma população com baixa fecundidade tenderá a ter uma estrutura etária cilíndrica, com um maior estreitamento na base quanto

menor for a fecundidade, refletindo a incapacidade das gerações de pais de se reproduzirem na geração dos filhos.

O efeito da mortalidade sobre a estrutura etária é menos óbvio. O senso comum poderia sugerir que uma redução na mortalidade, com o correspondente aumento no tempo médio, de vida, levaria a uma população mais velha. Embora esse seja realmente o caso nos atuais países desenvolvidos, em que a mortalidade já se encontra num nível bastante reduzido, não reflete a redução da mortalidade que vem ocorrendo nos países em desenvolvimento. A razão está no fato de que a redução da mortalidade quando se parte de níveis elevados está basicamente centrada em grandes ganhos na mortalidade infantil e juvenil. Disto resulta que um número relativamente maior de crianças, e não de adultos, sobrevive, o que paradoxalmente gera uma população mais "jovem", e não mais "velha". Além disso, um número maior de jo-

**Fig. 3. — PIRÂMIDE ETÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA (1980)**





vens sobrevive até a idade reprodutiva, o que por sua vez faz aumentar a natalidade (reforçando assim o efeito rejuvenescedor da queda da mortalidade). Desse modo, o efeito da queda histórica da mortalidade nos países em desenvolvimento, entre os quais obviamente incluímos o Brasil, atua contrariamente ao que se poderia esperar no sentido de aumentar a quantidade relativa de jovens na população. É importante que se enfatize, no entanto, que esse efeito é relativamente pequeno quando comparado com o efeito da fecundidade, conforme já assinalamos anteriormente.

O pequeno efeito da queda da mortalidade, somado ao grande efeito da manutenção de taxas elevadas de fecundidade, resultou numa população brasileira muito "jovem", onde a proporção de pessoas idosas (isto é, com 65 anos ou mais) não ultrapassa 3%. A estrutura etária da população brasileira é bastante similar à de outros países em desenvolvimento, e contrasta com os países de fecundidade já estabilizada em níveis baixos, como por exemplo os países da Europa ocidental. Nestes, a proporção de pessoas com mais de 64 anos é quase quatro vezes superior à observada no Brasil, estando situada em torno de 11% do total da população. Evidentemente, a tendência à redução da fecundidade no Brasil deverá levar num futuro ainda muito distante a uma população com um perfil etário semelhante aos presentemente observados nos países desenvolvidos, embora os ganhos previsíveis na mortalidade infantil tendam, numa certa medida, a atenuar esse "envelhecimento" da população brasileira.

**E**stamos agora em condições de desenvolver melhor a afirmativa inicial de que, mesmo se a população brasileira atingisse imediatamente o nível de fecundidade de "reposição", ainda crescerá por pelo menos mais setenta anos. Para isso se faz necessária a compreensão de um fato demográfico elementar, a que os demógrafos chamam de *momentum* de crescimento populacional.

Como vimos anteriormente, a estrutura por idade de uma população depende basicamente dos regimes

de mortalidade e principalmente de fecundidade prevalentes em sua experiência passada. Sociedades que no passado foram caracterizadas por níveis constantemente baixos de fecundidade apresentaram uma estrutura etária "velha", ou seja, com uma proporção relativamente grande de pessoas nas faixas de idade mais avançadas. Contrariamente, uma sociedade com um passado de alta fecundidade tem uma população "jovem", com uma estrutura etária de tipo piramidal. Essa estrutura etária jovem implica que, a cada momento, um número cada vez maior de pessoas entra no período reprodutivo (normalmente de 15 a 49 anos para as mulheres), de tal forma que, mesmo que a fecundidade das mulheres diminua, o número de nascimentos naquele momento pode ser ainda maior que os constatados no período anterior. E simplesmente porque existirá um número maior de casais gerando filhos naquele momento. Assim, a estrutura etária da população tem uma inércia contra a diminuição da natalidade, semelhante a um carro que, andando numa certa velocidade, fosse freado. A massa do carro garantirá que, após o momento em que os freios foram acionados, o carro ainda levará algum tempo, percorrendo alguma distância, até atingir a imobilidade completa. Similarmente, uma população com um passado de alta fecundidade que passe por um processo de redução dessa fecundidade até os níveis mínimos viáveis levará ainda um certo tempo para parar de crescer, dependendo naturalmente do nível de fecundidade de onde partir e de quão rápido é o declínio do mesmo. Dessa forma, se uma população reduz sua fecundidade ao nível de mera reposição, ou seja, em que cada mulher adulta seja substituída no tempo devido por uma e apenas uma filha em média (correspondendo ao que os demógrafos denominam de Taxa Líquida de Reprodução igual à unidade:  $TLR = 1$ ), essa população tenderá à condição de "estacionariedade", mas até lá continuará crescendo e:

1. quanto maior for o nível da fecundidade antes de iniciado o declínio, maior será o tempo levado para atingir a estabilização e maior será a população final;

2. quanto mais forte for a taxa de declínio da fecundidade, menor será o tempo levado para atingir a estabilização, e menor será a população final.

Tendo essas idéias em mente, podemos então tentar avaliar o quão substancial e o quão inevitável é o crescimento futuro da população brasileira. Seguindo em linhas gerais a metodologia proposta por T. Frejka, que parte do princípio de que toda e qualquer população sujeita a limites territoriais fixos tem necessariamente que parar de crescer a longo prazo e, portanto, atingir um nível de fecundidade de mera reposição ( $TLR = 1$ ), podemos estabelecer datas nas quais esse limite para a fecundidade será atingido. Dada uma data para se atingir o nível de fecundidade de reposição, um tamanho inicial para a população brasileira (no caso, a população encontrada pelo Censo de 1980) e uma suposição a respeito do comportamento da mortalidade, podemos então estimar quanto tempo a população brasileira levaria para atingir o crescimento zero e qual seria o seu tamanho final ao atingir essa condição, caso a hipótese de se chegar a uma fecundidade de reposição na data fixada fosse confirmada.

Como estamos primordialmente interessados em mostrar a relação entre a queda da fecundidade e o potencial de crescimento da população brasileira, faremos em todas as hipóteses de fecundidade aventadas a suposição extremamente pessimista de que a mortalidade se manterá para sempre congelada ao nível observado na década de 70, ou seja, com uma expectativa de vida ao nascer masculina em torno de 59 anos e uma expectativa de vida ao nascer feminina em torno de 62 anos. Evidentemente, uma redução na mortalidade implica uma acentuação do crescimento da população brasileira no futuro. Cabe ainda observar que, dada essa hipótese sobre a mortalidade, o nível de fecundidade de reposição ( $TLR = 1$ ) implica em uma taxa de fecundidade total nesse nível de aproximadamente 2,4 filhos.

Podemos então efetuar quatro projeções correspondentes às seguintes hipóteses sobre o ponto (data) em que a fecundidade atingiria o nível de reposição:



Projeção 1 = declínio instantâneo da fecundidade, ou seja, fecundidade do nível de reposição já em 1980;

Projeção 2 = declínio vertiginoso da fecundidade, com nível de reposição já a partir de 1990;

Projeção 3 = declínio rápido da fecundidade, com nível de reposição a partir do ano 2000;

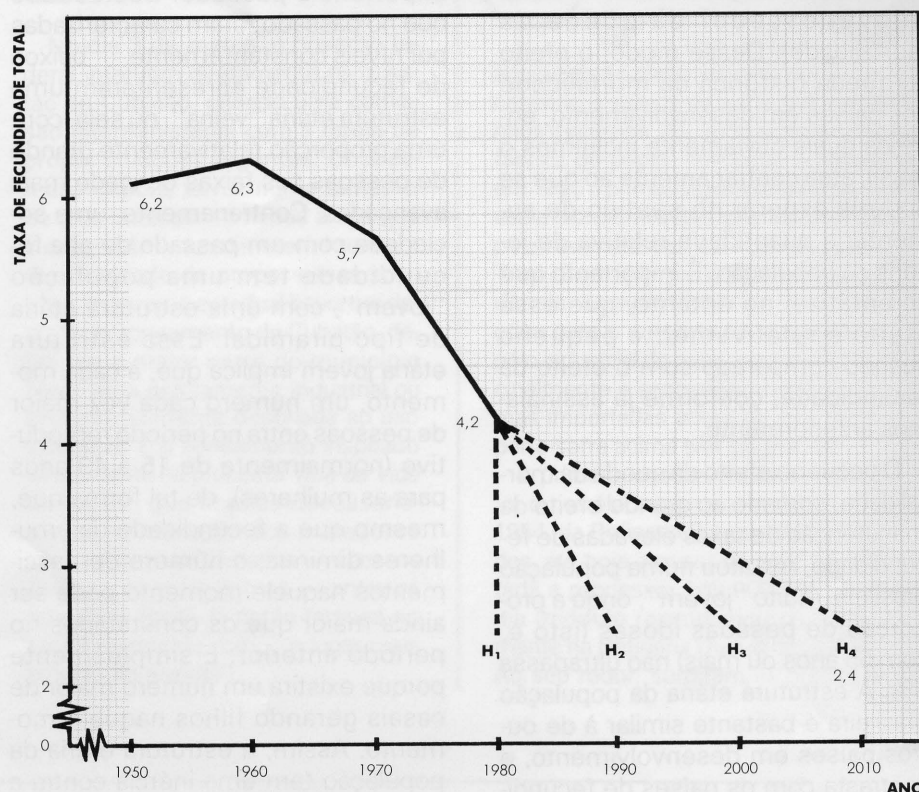
Projeção 4 = declínio de fecundidade moderado, com nível de reposição a partir do ano 2010.

A figura 4 ilustra graficamente essas hipóteses, cotejando-as com os dados sobre a evolução recente da taxa de fecundidade total no Brasil. Na figura 5, temos ilustradas as diversas trajetórias alternativas correspondentes a cada uma das hipóteses acima, com seus respectivos pontos de estabilização.

A hipótese correspondente à projeção 1 é obviamente absurda, uma vez que é por definição impossível. No entanto, ela é importante no sentido de se estabelecerem as condições de se contornar o problema do crescimento demográfico e de mostrar a importância do *momentum* de crescimento sobre a dinâmica populacional. A projeção 1 nos permite concluir que, no caso da fecundidade ter caído ao nível de reposição já em 1980 (ou seja, uma queda instantânea), a população total do Brasil ainda crescerá cerca de 26% até o ano 2000, só se estabilizando em torno de 2050 com um tamanho aproximadamente 55% maior do que o valor inicial correspondente ao ano de 1980, ou seja, um total de aproximadamente 185 milhões de habitantes.

A projeção 2 é mais realista que a primeira, embora não pareça ser muito provável. Seguindo a hipótese dessa projeção, a população brasileira teria no ano 2000 um tamanho de mais de 158 milhões, ou seja, mais de um terço maior que a população atual, e se estabilizaria no final da década de 2050 com uma população final em torno de 205 milhões de pessoas. Assim, nessa hipótese, a população brasileira ainda crescerá cerca de 72% em relação a seu tamanho presente.

**Fig. 4 — BRASIL: EVOLUÇÃO RECENTE DA TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL (E HIPÓTESES DE PONTOS DE REPOSIÇÃO)**



As duas últimas hipóteses representam alternativas menos drásticas quanto ao comportamento da fecundidade, correspondendo às trajetórias "rápida" e "moderada" para o declínio da fecundidade. A composição dessas projeções mostra que as diferenças entre os valores estimados para o total da população em 1990 (o mesmo para o ano 2000) são bastante reduzidas, com 146,6 milhões na hipótese de declínio rápido da fecundidade e 148,2 milhões na estimativa "moderada" de declínio. Essas estimativas demonstram a importância do *momentum* de crescimento, uma vez que as diferentes hipóteses plausíveis quanto ao comportamento da fecundidade não fazem nenhuma diferença marcante no total da população a curto prazo.

Podemos portanto dizer que a população brasileira contará no ano 2000 com no mínimo 159 milhões de pessoas, sendo um limite superior provável para aquele ano, a menos que ocorram ganhos muito grandes na mortalidade, um máximo de 175 milhões. Podemos dizer também que o comportamento da fecundidade nos próximos anos terá enormes implicações para a dinâmica demográfica do nosso país no século XXI. Se a fecundidade declinar rapidamente,

atingindo um nível próximo da "reposição" em torno do ano 2000, a população brasileira só se estabilizará na segunda metade do próximo século, chegando a um total de no mínimo 227 milhões de habitantes. Adiado-se em mais 10 anos o ponto de referência para o declínio da fecundidade, não só se adia a estabilização por pelo menos mais dez anos, como se termina com mais do dobro daquela atingida com anos antes. Obviamente, maiores atrasos na queda da fecundidade resultarão em consequências ainda mais dramáticas quanto ao total e o tempo que a população levará até atingir a condição de estacionariedade.

Assim, fica a observação de que, a menos que ocorra uma grande catástrofe, a estrutura etária da população brasileira é tal que, seja qual for o comportamento futuro da fecundidade, essa população tem garantido um crescimento muito substancial por muitos anos no futuro. No entanto, os diversos caminhos alternativos em direção à estabilidade demográfica tem consequências claras para a estrutura da própria população.

gráfico de Jenny Raschle

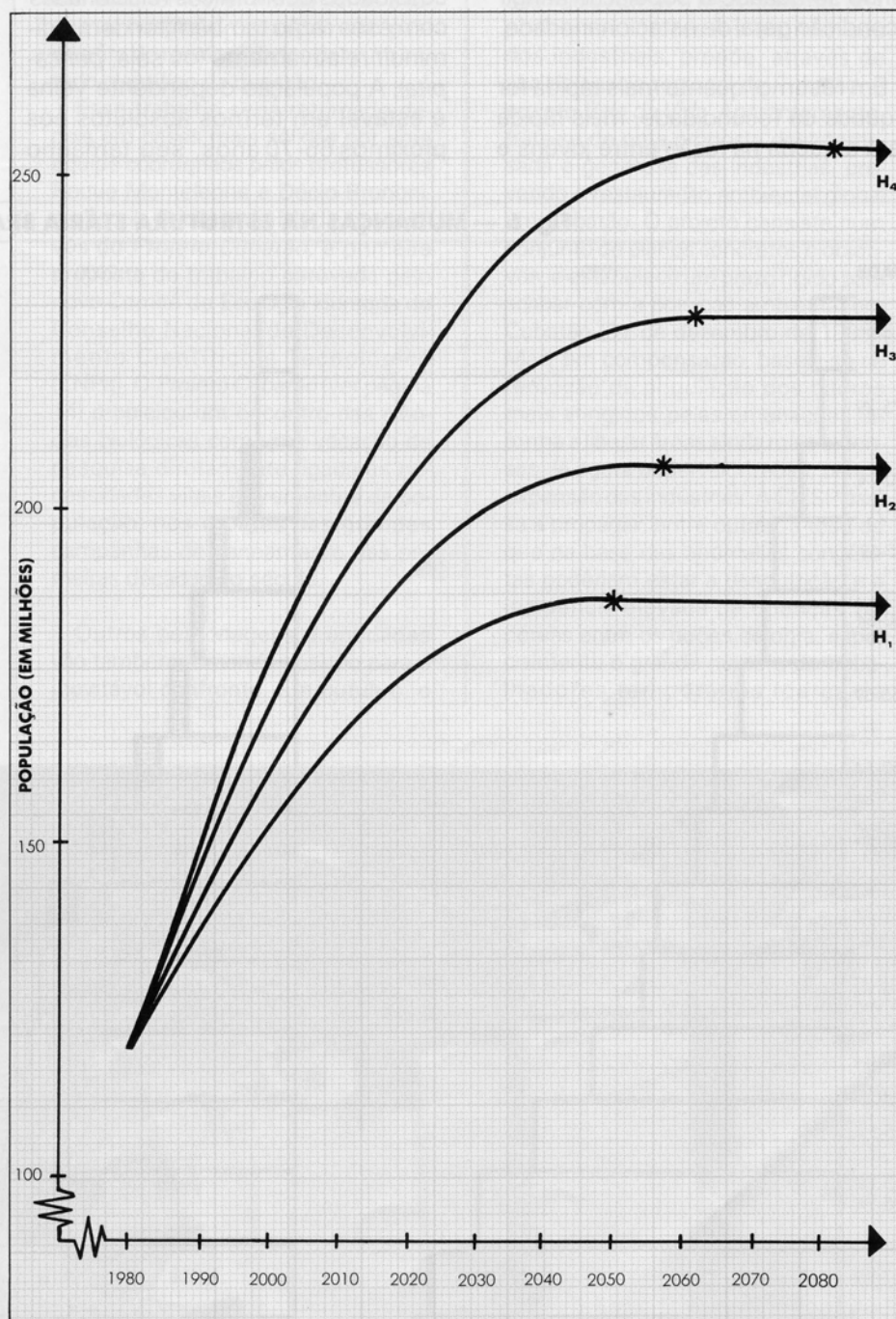


Conforme pode ser observado na figura 6, a passagem de uma estrutura etária "jovem" como a da população brasileira em 1980 para uma estrutura etária mais "velha" ou "adulta" é tanto mais rápida quanto mais rápida for a queda da fecundidade. Por exemplo, no caso da hipótese de declínio moderado da fecundidade, a estrutura etária da população brasileira em torno do ano 2000 será relativamente "jovem", ao passo que no caso da hipótese 2 essa mesma estrutura etária teria uma forma sensivelmente mais cilíndrica.

As implicações econômicas dessas tendências na estrutura etária são diversas. Um indicador considerado importante no planejamento econômico é a relação entre jovens e velhos numa população, por um lado, e indivíduos adultos, por outro. A razão entre esses dois termos, chamada de "razão de dependência", está intimamente ligada às necessidades de investimento futuro numa sociedade, particularmente nas áreas de educação e previdência social. Trata-se, em última análise, da relação entre pessoas dependentes e pessoas economicamente ativas. Essa razão de dependência cai tão rapidamente quanto a queda da fecundidade, voltando a crescer somente num prazo relativamente longo.

Além disso, os componentes da razão de dependência têm comportamentos distintos e importantes. Em números absolutos, o número de jovens (a população entre 0 e 14 anos de idade) cai na proporção direta da velocidade da queda na fecundidade. Assim, essa faixa etária, que tem 44,5 milhões de habitantes em 1980, cairia para um total de 41,9 milhões no ano 2000 na hipótese 2, e aumentaria para 56,5 milhões na hipótese 4, de declínio moderado da fecundidade. Os valores estacionários para essa faixa etária seriam de 44,2 milhões e de 54,7 milhões numa enoutra hipótese, respectivamente. Ou seja, se por um lado um declínio muito rápido da fecundidade praticamente estabilizava a população jovem num nível basicamente igual ao nível atual (depois de um período em que esse grupo etário teria mesmo diminuído de tamanho), a alternativa de declínio moderado ainda somaria à população brasileira final mais 10 milhões de jovens do que temos atualmente. Isso

**Fig. 5 — HIPÓTESES DE ESTABILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA**



| HIPÓTESE: TLR = 1 EM  | PONTO DE ESTABILIZAÇÃO | POPULAÇÃO FINAL (EM MILHÕES) |
|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| H <sub>1</sub> : 1980 | 2051                   | 185,0                        |
| H <sub>2</sub> : 1990 | 2057                   | 204,6                        |
| H <sub>3</sub> : 2000 | 2063                   | 227,0                        |
| H <sub>4</sub> : 2010 | 2073                   | 252,0                        |

tem implicações claras no que tange, por exemplo, aos investimentos no sistema educacional.

Por outro lado, a população velha (acima de 64 anos de idade) não se modificaria tão cedo, uma vez que ela só depende da mortalidade. Essa faixa etária não é afetada pela fecundi-

dade num prazo curto ou médio pelo simples fato de que a maioria de seus membros no futuro já haverem nascido em 1980 ou antes. Assim, essa faixa etária somente será afetada depois de passados 65 anos, ou seja, após 2045. Passada essa data, ela tenderia a crescer tanto em termos



relativos quanto absolutos, estabilizando-se quando a população atingir a condição geral de estacionariedade.

Em resumo, quanto mais rápida for a queda da fecundidade, mais rápida será a queda na razão entre jovens e

adultos, o que vale dizer que as necessidades econômicas relacionadas com essa razão também tendem a diminuir relativamente (ou seja, *per capita*). A população dependente velha é estável em termos absolutos nos próximos 65-70 anos, seu tamanho

dependendo apenas do comportamento futuro da mortalidade.

\*O sociólogo Nelson do Valle Silva é pesquisador do Laboratório de Computação Científica — LCC/CNPq, Rio de Janeiro.

**Fig. 6 — MUDANÇAS NA ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA**

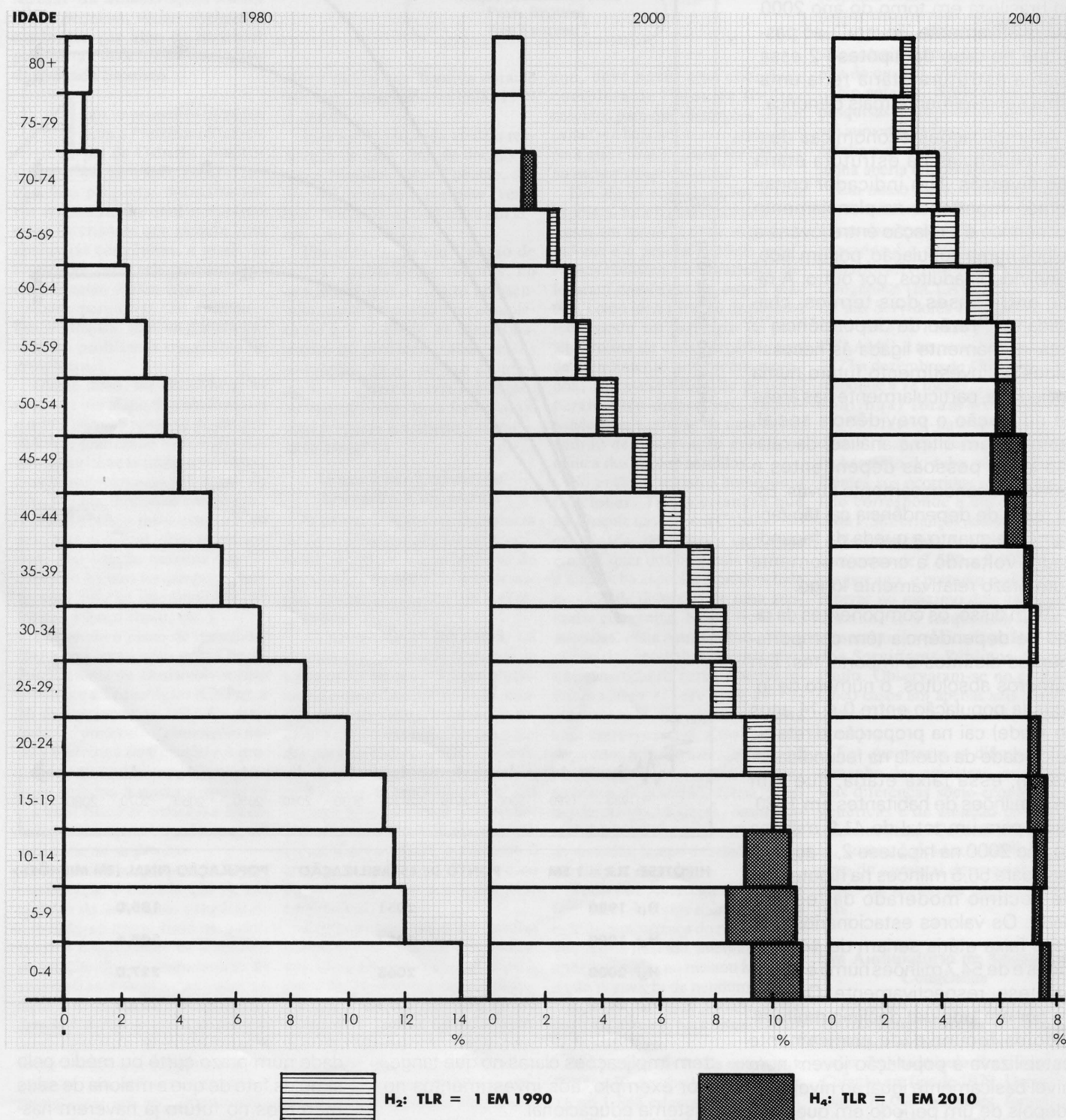


gráfico de Jenny Raschle



Não se esqueça,  
de  
comparecer

# CONHEÇA ESTAS DUAS NOVAS "MINAS"

O I Encontro do Hemisfério Sul sobre Tecnologia Mineral e o IX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia apresentarão os progressos recentes e as técnicas modernas nas áreas.

## COMISSÃO ORGANIZADORA

### Presidente

Manoel Almeida Couto  
de Castro  
Coordenador P.E.M.M.  
COPPE/UFRJ

### Secretário

Joel Regueira Teodósio  
Chefe do Dpto. de  
Metalurgia/UFRJ

### Tesoureiro

Ericksson Rocha e  
Almendra  
Chefe da Área de  
Extrativa/UFRJ

### Responsável pela Comissão Técnica

Roberto Villas-Bôas  
Superintendente do  
CETEM/MME

### Membros

Carlos Eugênio Gomes  
Farias  
Superintendente da  
CPRM  
Gildo Sá Cavalcanti de  
Albuquerque  
Diretor da Fosfertil  
Antenor Firmino Silva  
Jr.  
Diretor da Paulo  
Abib-Andeey S/A  
Geraldo França Ribeiro  
Diretor da CPRM  
Rui Carnide Hasse  
Ferreira  
Internacional de  
Engenharia S/A  
Virgílio Vitoria Xavier  
de Moraes  
Fosfertil

## TEMÁRIO

### 1. Sessões Técnicas

- 1.1 - Desenvolvimentos Recentes na Indústria Mineral.
- 1.2 - Tecnologia de Partículas Finas.

## PARTICIPE E ATUALIZE-SE

- 1.3 - Tratamento e Recuperação de Efluentes, Rejeitos e Ecologia.

- 1.4 - Amostragem e Cominuição.

- 1.5 - Classificação.

- 1.6 - Concentração.

- 1.7 - Deságüe.

- 1.8 - Hidrometalurgia.

- 1.9 - Pirometalurgia.

- 1.10 - Otimização, Automatização e Simulação.

- 1.11 - Matérias-Primas Radioativas.

- 1.12 - Utilização de Minérios de Baixo Teor.

- 1.13 - Formação de Recursos Humanos para Tecnologia Mineral.

- 1.14 - Energia, para Mineração.

### 2. Mesas-Redondas e Comissões de Trabalho

- 2.1 - Grandes Projetos na

### Área Mineral no Hemisfério Sul:

- 2.1.1. - Obtenção de Recursos Financeiros e Participação Empresarial.

- 2.1.2. - Tecnologia Adequada (Processos e Equipamentos).

- 2.1.3. - Infra-Estrutura de Apoio e Transportes.

- 2.1.4. - Impacto no Meio-Ambiente.

- 2.1.5. - Impacto Social.

- 2.1.6. - Colocação dos Produtos.

- 2.1.7. - Outros Aspectos.

- 2.2. - Opções ao Desenvolvimento Tecnológico Mineral do Hemisfério Sul:

- 2.2.1. - Recursos

## Exposição Técnico-Industrial

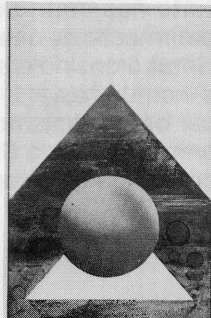
Será realizada, paralelamente aos Encontros, a Feira Internacional de Equipamentos, Produtos e Serviços para o Setor Mineral, com a presença já assegurada das mais importantes Empresas e Entidades do Brasil e do Exterior.

— Os contatos para a exposição deverão ser realizados com a secretaria

— Os artigos a serem apresentados nas Comissões de Trabalho deverão ser enviados à secretaria até 30 de julho.

## SECRETARIA

Rua Almirante Cochrane, 202 - CEP 20550 - Rio de Janeiro, RJ -  
Brasil - Telefones: (021) 284-6087/264-0285 - Telex: (021) 30226  
BACL BR



Humanos para o Desenvolvimento Mineral e Política Científica e Tecnológica.

- 2.2.2. - Utilização dos Recursos

Minerais dos Países em Desenvolvimento.

- 2.2.3. - Cooperação Técnica Internacional.

- 2.2.4. - Tecnologia Apropriada para as Condições Regionais.

- 2.2.5. - Grau de Sofisticação da Mão-de-Obra para Projeto, Implantação e Operações dos Complexos Industriais.

- 2.3. - Mercado Internacional de Minérios, Produtos Minerais e Metais:

- 2.3.1. - Situação Mundial dos Principais Minérios, Produtos Minerais e Metais.

- 2.3.2. - Complementaridade dos Recursos Minerais entre Países do Hemisfério Sul.

- 2.3.3. - O Papel das Empresas de Mineração e Metalurgia no Aproveitamento dos Recursos Minerais do Hemisfério Sul.



# A REFORMA UNIVERSIT



modelo da universidade brasileira está desgastado e é preciso reestruturá-la de pronto para que ela não sucumba de vez:

esta é uma constatação com a qual concordam professores, administradores universitários e o próprio governo. A reforma torna-se cada dia mais premente e, sob a égide da autonomia, é possível que ocorra ainda este ano.

O desejo da comunidade universitária é que o novo modelo seja o resultado de debates e de trocas de informações entre seus componentes, de acordo com o espírito de abertura democrática pela qual passa o país, e não a imposição de um projeto elaborado por uns poucos, como tem acontecido no Brasil, inclusive na área da educação.

Uma esperança de que a reforma não seja autoritária é que, no ano passado, durante a greve dos 35.000 docentes das universidades federais, o Ministério da Educação decidiu aceitar as sugestões dos reitores — consubstanciadas em um projeto de lei apresentado pelo Conselho dos Reitores das Universidades Brasileiras (CRUB) — e dos professores, apresentadas em documento da Associação Nacional de Docentes do Ensino Superior (ANDES), elaborado depois de discussões internas em cada universidade e, no âmbito nacional, entre as diversas associações de docentes.

O governo, por seu lado, não divulgou nenhum projeto seu, mas algumas idéias circularam como oriundas de órgãos do próprio MEC, propondo, entre outras opções, a transformação das universidades autárquicas em instituições civis. Como os documentos dos outros segmentos, o governo defende a autonomia, se bem que entendida de outra forma. A implantação do ensino pago nas universidades federais já está por ele decidida e a idéia já está sendo veiculada até mesmo pelo presidente da República em programas de televisão.

O CRUB, por exemplo, prega uma ampla autonomia para a universidade — nas esferas didática, científica, disciplinar, administrativa e financeira, mas comete o engano de subordiná-las, à exceção da última, à aprovação do Conselho Federal de Educação ou



**Os docentes federais deram uma demonstração de organização e unidade durante a mobilização e as greves de 1980 e 1981, conseguindo a**

do próprio MEC. Isso significa, em outras palavras, dar com uma das mãos e tirar com a outra.

Em um dos artigos de sua proposta de reforma universitária, o documento do Conselho diz textualmente que "o orçamento da União deve assegurar a cada instituição dotações financeiras globais necessárias e suficientes à execução de atividades normais e pleno funcionamento". A mesma posição é também defendida pelos professores, e pode ser interpretada como a defesa do ensino superior gratuito nas instituições federais e a reafirmação de que cabe ao governo manter o ensino e a pesquisa em suas instituições.

Ao explicar os mecanismos que o levaram à proposta final, o CRUB enfatiza a necessidade de se aprimorar

o processo de democratização dentro das universidades, frisando não ser ela "um fim em si mesma, isto é, uma vez conquistada não significa que se definiu a instituição em seus princípios e fins". No entender do grupo — e aí pode estar a explicação da defesa de uma autonomia subordinada aos interesses e desígnios do MEC — a democracia na universidade "deve estar a serviço da preservação de seus verdadeiros valores, propiciando condições para sua avaliação e aprimoramento".

Ao detectar nas esferas universitárias uma consciência nítida e uma firme determinação de se adequar a instituição à realidade brasileira, o CRUB propõe que cada uma trace seu modelo, de acordo com as características regionais. Para tal, reconhe-



# ÁRIA EM QUESTÃO

Regis Farr\*



**regulamentação da carreira do magistério e o reajuste de seus salários. Flagrante de assembléia de professores na UFRJ, dez. de 1981.**

cem os reitores a necessidade de se assegurar a participação da comunidade universitária neste processo de definição do(s) modelo(s), dando-lhe, por conseguinte, uma parcela de responsabilidade nesta transformação.

**U**ma das principais colocações dos docentes — em decisões tomadas e confirmadas em assembléias nos últimos anos — é a defesa do ensino universitário gratuito nas universidades federais, sendo a tentativa de torná-lo pago, no entender do presidente da ANDES, Luiz Pinguelli Rosa, consequência de uma política educacional “de privatização do ensino superior, às custas de sua qualidade acadêmica, sacrificada

pelos interesses comerciais das mantenedoras e dos seus proprietários, escondidos por trás do falso rótulo de fins não-lucrativos”.

O seu ponto de vista é de que a cobrança dos cursos nas universidades federais não só não resolverá ou amenizará a sua crise financeira como ainda tornará o ensino de terceiro grau ainda mais elitista do que já é hoje. Ele frisa que o custo real de uma boa universidade, com laboratórios funcionando, professores em tempo integral, pesquisadores, bibliotecas e toda uma infra-estrutura para o desenvolvimento da qualidade do ensino e da pesquisa, está muito além do que alunos da classe média poderiam pagar.

A democratização da universidade — outro ponto vital na reivindicação

dos docentes na mudança estrutural da instituição — implica a realização de eleições diretas para o preenchimento dos cargos administrativos e a reestruturação dos atuais órgãos colegiados, podendo até mesmo chegar à extinção dos corpos deliberativos dos departamentos, que deveriam ser substituídos por assembléias plenárias onde todos os docentes teriam o mesmo direito a voz e voto.

Basta ver-se como está estruturado um destes órgãos colegiados para se perceber a necessidade de sua mudança, dentro do espírito da autonomia, de abertura e democratização interna da universidade. O conselho universitário da UFRJ, por exemplo, tem 20 membros natos, três indicados pelo reitor e 29 escolhidos por eleição indireta. De todos os outros conselhos — de ensino de graduação, de ensino para graduados e de curadores — só o último possui um de seus seis membros escolhidos por via direta.

Estendendo sua concepção de democracia interna aos cargos administrativos, os docentes propugnam eleições diretas para todos eles, além da participação do corpo discente e dos funcionários nos próprios órgãos colegiados. A escolha do reitor, por exemplo, em discordância com a posição do CRUB — que atribui a palavra final ao MEC —, seria feita de forma direta e seria restrita à própria comunidade.

Maiores ou menores, as polêmicas causadas pelo documento do CRUB entre os professores e a própria colocação de sua posição diante da reforma universitária são benéficas a todos e terão produzido um resultado positivo se a reforma a ser implantada na universidade federal brasileira surgir como consequência destas discussões e polêmicas, incorporando suas decisões finais.

**N**o momento em que se configura a mudança estrutural da universidade brasileira, as principais reivindicações do movimento dos docentes são a autonomia universitária em todos os níveis — desde a formulação e reformulação dos currículos até a contratação dos



professores, desde a escolha dos reitores à tomada de decisões de onde e como aplicar os recursos da instituição —, a liberdade de pesquisa, o ensino gratuito em todos os níveis e mais fundos públicos para a educação.

O atual presidente da ANDES lembra que o movimento dos professores, apesar de relativamente novo, já conseguiu algumas vitórias e, entre elas, cita o prazo de seis meses — esgotado no final de junho — para a apresentação, depois de debates e discussões dentro das escolas, do que entendem por reforma universitária e que modificações esperam que ocorram nas instituições de ensino superior federais.

Uma garantia que eles querem é a de que o ensino público continue gratuito em todos os níveis, um princípio do qual não abrem mão e que deverá levar a categoria, nas previsões de Pinguelli Rosa, a uma luta ainda mais firme do que por ocasião das campanhas salariais de 1980 e 1981. "Recuar do ensino superior gratuito nas universidades públicas", ressalta ele, "seria um retrocesso que não podemos permitir."

A primeira grande campanha do movimento dos docentes deu-se em dezembro de 1980, quando os 35.000 professores das universidades federais do país conseguiram a regulamentação da carreira do magistério, bem próximo daquilo que desejavam, depois de 20 dias da maior greve de funcionários públicos ocorrida desde 1964. Uma greve que foi a primeira, em 16 anos, a levar o governo, se não a dialogar, pelo menos a receber e ouvir representantes da categoria; uma greve que contou com a adesão daqueles que, à primeira vista, poderiam ser classificados de prejudicados, os alunos; uma greve que levou à troca de ministros, do professor Eduardo Portella ao general Rubem Ludwig.

É evidente que o movimento não surgiu de um dia para outro; na verdade, essa greve estava sendo gestada há um ano e meio, e era tida como a última cartada do movimento, guardada para março de 1981. No entanto, o cansaço gerado pelas conversações infrutíferas com o MEC, o próprio apoio velado das reitorias às reivindicações e a constatação de que os problemas salariais haviam mobilizado por completo a categoria levaram as universidades federais do país a aderirem à greve iniciada isoladamente pela Universidade Federal de Goiás.



**Estudantes, como este grupo da Faculdade de Medicina da UFMG, em Belo Horizonte, apoiaram a greve dos professores em 1981 e levantaram novas questões, que deverão ser respondidas por uma reforma da universidade.**

**A**nteriormente, as universidades já haviam paralisado suas atividades acadêmicas por cinco vezes, todas por tempo determinado, na tentativa de sensibilizar as autoridades para a situação de seu professorado. Depois de conseguirem um projeto de carreira do magistério que se aproximava de suas pretensões em 1980, os professores universitários realizaram outra greve de caráter nacional, no final do ano passado, quando lhes foi garantido um prazo para a discussão da reforma universitária.

Como lembra Pinguelli Rosa — que foi presidente da Associação de Docentes da UFRJ de 1978 a 1980 e secretário da ANDES de 1980 a 1982 —, o movimento dos professores surgiu no bojo do processo de luta da sociedade civil para abrir um espaço democrático dentro do sistema autoritário que ainda sobrevive no país.

As entidades representativas dos professores começaram a surgir no final dos anos 70, à mesma época do nascimento das associações de bairro, do movimento feminista, da vitalização das entidades de cunho científico — como a SBPC e a SBF. Foi também por esta época — mais precisamente em 1979 — que a União Nacional dos Estudantes, a ainda marginalizada e ilegal UNE, foi ressuscitada pelos universitários, com um congresso em Salvador.

Atrás da pioneira Associação de Docentes da USP vieram as outras, surgidas a partir de problemas imediatos e diferentes, mas convergindo para a questão salarial. A preparação de três pacotes do MEC, à época sob a direção do ministro Portella, levou os professores a mobilizações maiores, por discordarem deles: um criava uma carreira de dirigentes universitários; outro regulamentava o regime de autarquia especial, à seme-



lhança do regime de fundação, e o terceiro estabelecia uma carreira docente.

Os dois primeiros foram deixados de lado e o último sofreu modificações mas, depois disso, o governo não encaminhou, como prometido, o projeto ao Congresso, o que detonou a greve de novembro-dezembro de 1980. Essa greve teve como resultados positivos a contratação de professores em situação precária e a estruturação de uma carreira que permitiu, para a maioria, um reajuste acima dos 82% concedidos aos demais funcionários públicos.

Outras questões — como reajuste semestral, reposição salarial e a destinação de 12% do orçamento federal para a educação — geraram a nova greve de caráter nacional, em novembro do ano passado. De início, como recorda o presidente da ANDES, os professores sofreram ameaças e o movimento chegou a ser identificado como subversão da ordem mas, ao final, a categoria recebeu um reajuste 30% superior ao concedido aos demais funcionários públicos.

Foi com esta greve que os professores conseguiram também um prazo para se manifestar sobre a reforma universitária. Segundo Pinguelli Rosa, o governo já tinha preparado, à época, para detonar a qualquer hora caso não tivesse irrompido o movimento grevista, a reestruturação da universidade brasileira. Ela adotaria um modelo o mais próximo possível do regime de fundação, com a consequente introdução do ensino pago, sob a alegação de justiça social. É contra esta e outras pretensões que o movimento vem se posicionando e lutando hoje.

— É necessário lutar agora — frisa ele — por objetivos concretos que podem ser conquistados e que contribuirão para viabilizar as transformações da universidade. Devemos entender que o movimento dos docentes está transformando a universidade, juntamente com o movimento estudantil e o início da organização dos funcionários, com as greves, as assembleias, as discussões em classe, as reuniões e a luta do dia a dia. O nosso objetivo imediato quanto à reestruturação da universidade é barrar o pacote que o governo está preparando.



sociólogo Simon Schwartzman, professor do Instituto Universitário de Pesquisas do Estado do Rio (IUPERJ) e pesquisador do Centro de Pesquisa e Do-

cumentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC), tem, sobre a reforma universitária, alguns pontos de vista coincidentes com as posições dos reitores e dos professores e outros — como a gratuidade ou não do ensino — com os do governo.

Para ele, os recursos da universidade devem vir, basicamente, de fontes públicas, mas a instituição precisa de autonomia para geri-los de acordo com suas necessidades, peculiaridades e prioridades, fixando os salários de professores e funcionários, montando e ampliando laboratórios de estudo e pesquisa, determinando os padrões de carreira de seu corpo docente, contratando e dispensando os professores; estabelecendo, enfim, a destinação total de sua verba.

A autonomia universitária estabelecerá a competitividade entre as diversas universidades, traria a possibilidade de ajuste às situações locais e ofereceria ao professor a oportunidade de perder o estigma e as desvantagens do regime do funcionalismo público.

A autonomia financeira, no seu entender, é crucial e não pode ser confundida com a responsabilidade da universidade em manter-se, mas deve, isto sim, ser entendida como sua capacidade de decidir sobre a aplicação das verbas. Sob a forma jurídica de fundação ou não, o que importa é que os recursos venham de fontes públicas e, ao contrário do que preconizam alguns, ele entende que a transformação das universidades autárquicas em fundações não significaria necessariamente a instituição do ensino superior pago e um exemplo disto é a Universidade de Brasília, ao mesmo tempo fundação e gratuita.

No entanto, este ensino gratuito de forma indiscriminada é, para o professor, uma injustiça, uma forma a mais de se subsidiar os estudos dos alunos provenientes das classes média e alta. Diz ele: "Não podemos acrescentar privilégio sobre privilégio em benefício de um setor elitista que ingressa na universidade pública em detrimento de uma classe pobre que continua discriminada, indo para uma escola superior paga e com ensino de qualidade mais baixa."

Apesar desta sua posição favorável a uma universidade gratuita para os pobres e paga para os que possam arcar com as mensalidades, Simon Schwartzman deixa claro que a simples instituição do ensino superior pago não resolveria os problemas financeiros de uma universidade de

qualidade, pois o volume arrecadado com as anuidades equivaleria a uma parcela relativamente pequena — uns 10% ou 20% — dos recursos necessários à manutenção dos padrões de qualidade do ensino e da pesquisa. De qualquer forma, ele acredita que o montante das anuidades de alguns dos alunos da universidade federal poderia ser revertido em benefício da própria instituição, no reforço a programas de pesquisa ou no reaparelhamento de laboratórios, por exemplo.

Este aspecto da reforma universitária — ensino pago ou gratuito — é secundário para o professor, e a seu ver os debates devem ser centrados na questão de autonomia e suas consequências. Uma delas é que a universidade passará a tomar decisões que atualmente lhe vêm prontas, de instância superior. Durante este processo, é inevitável a ocorrência de uma série de conflitos entre os interesses dos diferentes grupos que compõem a universidade, como professores, pesquisadores, estudantes e funcionários. Esses atritos, no entanto, teriam caráter salutar, institucionalizando o debate.

Um dos principais obstáculos à autonomia universitária seria, segundo Schwartzman, o medo histórico de se transferir à universidade algumas responsabilidades, como a contratação de seu quadro de pessoal e a decisão de que cursos dar e de que forma. Este temor é o responsável por uma série de mecanismos de controle *a priori*, criados na vã suposição de que garantiriam a qualidade do ensino e da pesquisa. Ele propõe um controle *a posteriori*, a exemplo do que ocorre com a CAPES na determinação dos programas de pesquisa a serem beneficiados por financiamentos da entidade. Essa fiscalização poderia também ser exercida pelo mercado de trabalho, que discriminaria os profissionais de acordo com sua procedência.

Além desses aspectos, a reforma universitária implica também inovações didáticas. Assim é que deveria caber a cada universidade estabelecer os currículos de seus cursos, optar pelo sistema de créditos ou seriado e decidir pela existência ou não de um ciclo básico. Mecanismos de controle ministerial — como a necessidade de credenciamento e a existência de um currículo mínimo — deveriam, no entender do professor, ser suspensos, pois não se podem estabelecer regras gerais, de igual





**O ensino público gratuito e a concessão de mais verbas para a educação foram as reivindicações que deram a tônica das manifestações públicas que acompanharam as greves dos professores.**

validade, para diferentes universidades.

Ainda do ponto de vista didático, ele defende a criação de cursos de formação geral, no estilo do *college* norte-americano, sem diploma profissional, com o ensino voltado para a cultura geral. Depois dele, o estudante partiria para uma especialização, que poderia ser feita a nível de pós-graduação. O estabelecimento de cursos não necessariamente ligados às profissões regulamentadas, para Simon Schwartzman, é uma questão de liberdade, de autonomia didática da universidade e, se bem que possa ser um pouco cedo para sua implantação, é uma idéia sem dúvida a ser levantada desde já pelos envolvidos com o sistema educacional.

Um aspecto da reforma que não

preocupa o sociólogo são as eleições diretas para os cargos administrativos da universidade — como os de reitor, diretores de centros, escolas e institutos. Ele defende o preenchimento desses cargos de acordo com critérios que levem em conta o mérito e a competência dos professores, e frisa que uma eleição deve ser feita entre iguais, não se podendo supor uma igualdade onde ela não exista. No caso, refere-se ao fato de professores, estudantes e alunos desempenharem papéis diferentes dentro da universidade, tendo interesses diversos.

Dessa forma, acredita que na escolha de um reitor da qual participassem alunos, professores e funcionários não seria mantido o nível de excelência: o processo deveria caber aos atuais órgãos colegiados, mas a

lista sêxtupla deveria ser substituída pela antiga tríplice, por possibilitar a escolha de nomes mais capazes.

— A universidade — ressalta — tem que assumir uma responsabilidade social, que não pode ser transferida a alunos, professores e funcionários, e nem pode ficar com a burocracia. Esse meio-termo é difícil mas é a solução, pois caso contrário, na hipótese de se passar o poder aos diferentes segmentos da universidade ou de deixá-lo exclusivamente com a burocracia, sem considerar-se os critérios de competência profissional, a universidade tenderá apenas a deteriorar mais e mais a qualidade de seu ensino e sua pesquisa.

\* Regis Farr, jornalista, é colaboradora de *Ciência Hoje*.



## É POSSÍVEL MEDIR A INTELIGÊNCIA HUMANA?

Resenha de *The Mismeasure of Man*, de Stephen Jay Gould, W.W. Norton Co., New York, 1981, 352 pp.

Você acha que os criminosos e marginais são indivíduos geneticamente “marcados” para o crime? Ou que os judeus são “sovinas mas inteligentes”? Ou que as mulheres são seres delicados, emotivos, com grande jeito para as artes e a cozinha mas sem talento para a matemática ou a direção de empresas?

Então faça um esforço para ler *The Mismeasure of Man*, o último livro de Stephen Jay Gould, do Museu de Zoologia Comparada da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos. O livro ainda não está traduzido, mas merece o seu esforço no inglês. Você verá no que deram as tentativas “científicas” de medir a “inteligência”, a “sociabilidade”, e a “agressividade” do homem, assim como outras qualidades que têm que ser sempre postas entre aspas, já que ninguém na verdade sabe como defini-las exatamente. Com grande agudeza de espírito e rigor investigativo, Gould nos mostra que essas tentativas na realidade encobriam preconceitos e privilégios que nada tinham a ver com os métodos e o rigor científicos.

Tudo começou no século XVIII, antes mesmo de Darwin formular sua grande teoria da evolução das espécies. Como o Brasil da época, os Estados Unidos eram um país escravagista, com uma forte frente de expansão de suas fronteiras econômicas para o oeste e o sul. Os pretos africanos e os índios, já se pode imaginar, sofriam a pior das discriminações, o que muitas vezes redundava em verdadeiras carnificinas. Cientistas e demais intelectuais não estavam imunes a esse ambiente. Eram, na verdade, tão racistas quanto qualquer outro. Punham em seu trabalho científico grande carga de ideologia, expressa nos preconceitos raciais que dominavam a sociedade da época. E não

pensam que isso era coisa do passado. Gould expõe os preconceitos dos cientistas mais honestos e conceituados, desde os primórdios até a atualidade. Poucos escapam à sua investigação, e a conclusão inevitável é que não existe neutralidade em ciência. Mudam os preconceitos, mudam as ideologias ao longo da História, mas sua influência está sempre presente nas teorias científicas mais herméticas e especializadas. Enfronhando-se nos textos originais do século XVIII nos Estados Unidos, Gould conseguiu desencavar espantosas declarações racistas ou sexistas de muitos de nossos mitos ocidentais: Thomas Jefferson e Abraham Lincoln, fundadores da democracia americana, Benjamin Franklin, cientista e político, George Cuvier, pai da geologia, da paleontologia e da anatomia comparada, Louis Agassiz, o grande naturalista suíço radicado em Harvard e — pasmem — até mesmo Charles Darwin!

A primeira tentativa “científica” de medir a inteligência humana já partiu de um preconceito: o de que havia diferenças entre as raças humanas quanto às suas capacidades intelectuais. Havia os que acreditavam que as raças eram produto da degeneração do Homem Original (Adão — a Mulher era originária da costela de Adão, e por isso nem entrava no raciocínio), e que algumas raças tinham degenerado mais do que outras. Outros argumentavam que as raças eram espécies biológicas diferentes, tendo se originado de diferentes Adãos. De qualquer modo, os brancos teutônicos eram tidos como superiores, seguidos dos povos mediterrâneos e semitas, dos índios e orientais e finalmente dos pretos. Em cada raça, é claro, os homens eram considerados superiores às mulheres. Se o “órgão da inteligência” era o cérebro, o cérebro alojava-se no crânio e crânios e inteligências variavam conforme as raças, o problema “científico” era simples: pessoas com maiores crânios teriam maiores cérebros, e portanto maior inteligência. O primeiro craniometrista foi o americano Samuel Morton, um médico da Filadélfia, que não vacilou em fazer aproximações malandras em suas tabelas para

provar que os teutônicos (como ele próprio) tinham crânios maiores que todas as demais raças. Gould reviu os dados originais de Morton, refez suas estatísticas e demonstrou pela milésima vez que as dimensões cranianas não variam com as raças.

Mais sofisticados foram Paul Broca, famoso neurologista francês, e seus discípulos. Em vez de medir o volume craniano, Broca dedicou-se a medir diretamente o tamanho do cérebro. Para tanto, não hesitou em lançar uma campanha a fim de que os grandes homens da época doassem seus cérebros à ciência. O resultado, como diz Gould, foi algo embaraçoso, pois Cuvier e o romancista russo Turgeniev confirmaram as previsões (tinham cérebros enormes), mas o grande matemático Gauss e o próprio Broca (embora ele não o soubesse) seriam absolutamente medíocres a julgar pelas dimensões de seus cérebros, enquanto Anatole France e o poeta Walt Whitman jamais teriam podido articular sequer um pensamento (cérebros ridiculamente pequenos).

No século XIX, emergiu uma famosa tese de Antropologia Criminal (como se chamava na época), que expressava a concepção de que a criminalidade refletia a retenção na vida adulta de características agressivas dos macacos que deveriam desaparecer ao longo do desenvolvimento da criança. Cesare Lombroso, um médico italiano, foi o principal nome dessa escola de pensamento que — mostra-nos Gould — levou à busca de características simiescas no comportamento e no corpo das pessoas, para determinar se elas seriam criminosos potenciais. Pobres de nós, se vivêssemos naquela época, pois não nos seria permitido viver em paz se tivéssemos uma grande mandíbula ou face larga, testa curta, braços longos, rugas precoces, grandes orelhas, ausência de calvície ou pele escura; ou ainda se falássemos mal, se nos tatuássemos ou se fôssemos incapazes de enrubescer! Gould é bem claro em salientar que por mais que essas teses hoje nos pareçam ridículas, sua essência permanece atual entre nós, na concepção de que os criminosos são indivíduos biologicamente degenerados, e não

produtos de uma realidade social que lhes dá a oportunidade de levar uma existência confortável, sadia e sem maiores problemas.

Tudo isso resultou na grande falácia da Psicologia moderna, a teoria hereditária do QI. O QI — quociente intelectual — originou-se do esforço de um psicólogo francês, Alfred Binet, em desenvolver técnicas que permitissem identificar as crianças cujas dificuldades escolares sugerissem a necessidade de educação especial. Binet criou um conjunto de testes aplicáveis a crianças em idade escolar sem a intenção de identificar as causas das diferenças de desempenho, mas para melhor atender às necessidades educacionais de cada criança. O salto conceitual indevido foi dado nos Estados Unidos por H. H. Goddard e seus seguidores. Essa corrente de psicólogos americanos passou a considerar os testes e escores de Binet como medidas da inteligência inata dos indivíduos. Os testes foram ampliados, modificados e aplicados a milhões de crianças, jovens e adultos com o intuito de classificá-los segundo sua inteligência. Provavelmente transmitiram essa característica a seus descendentes, e a consequência seria a invasão dos “débeis mentais” e a deterioração da sociedade. Enquanto o sonho de Binet era modificar o sistema educacional para ajudar as crianças com dificuldades, a falácia dos americanos foi inverter o raciocínio e considerar que aquelas crianças — e também os adultos com QI baixo — eram geneticamente burras, sem nenhuma chance de mudança através de modificações educacionais ou terapêuticas. Pior que isso, era preciso livrar a sociedade dos “fracos de espírito” e seus descendentes, quem sabe esterilizando-os ou mantendo-os confinados aos asilos e instituições, como se propôs e se fez mais tarde, durante a Segunda Grande Guerra.

A controvérsia do QI se estende até os dias de hoje. Contrário à tese de que um simples número possa ser coisificado, substituindo ou representando algo tão complexo e múltiplo como a inteligência humana, Gould não se furta entretanto a reconhecer que o índice tem sua utilidade em alguns casos. O QI



# CIÊNCIAHOJE

## RESENHA

não é a inteligência, é apenas um indicador de desempenho. E o desempenho dos indivíduos, em testes como na própria vida, varia com as circunstâncias sociais, culturais, emocionais, históricas etc.

O grande ensinamento do livro não é conhecer os detalhes ridículos ou anedóticos da história das tentativas de medir a inteligência humana, mas verificar o quanto esses detalhes estão vivos na atualidade, nas ideologias como nas ciências, sempre que se trata de classificar os seres humanos para — direta ou indiretamente — dividi-los em melhores e piores, ou “mais iguais” e “menos iguais”.

Roberto Lent  
Instituto de Biofísica, UFRJ

### OS MALES DE NOSSO SISTEMA DE SAÚDE

Resenha de *Evitando a Saúde e Promovendo a Doença*, de Jayme Landman, Rio de Janeiro, Achiamé, 1982, 187 pp.

O livro de autoria de Jayme Landman, professor da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ e renomado clínico no Rio de Janeiro, inaugura a coleção “Saúde e realidade nacional”, colocando em debate a organização da assistência médica no país. Denuncia a pouca aderência existente entre a forma de prestação de serviços à população e as verdadeiras necessidades de saúde, ainda resultantes fundamentalmente da ineficácia das medidas de controle do meio ambiente, da carência alimentar, dos baixos níveis de salário e de escolaridade e da precariedade das medidas de prevenção.

Ao lado, desenvolveu-se uma poderosa estrutura que faz convergir os interesses do capital internacional, representado pelos conglomerados produtores de drogas e equipamentos, os empresários do setor de saúde e sua vasta rede de hospitais financiados pelo INAMPS e empresas médicas, incluindo ainda significativa parcela dos próprios médicos que se vinculam organicamente a sistemas de remuneração por atos prestados (unidades de serviço). Esse conjunto, de-

nominado médico-industrial, exerce papel dominante na determinação concreta da ordenação do sistema de saúde vigente, tendo por objetivo central a geração de lucro.

Landman, com base em extensa e atualizada bibliografia especializada, mas em linguagem acessível e clara, exhibe cabalmente a perversa conjugação de interesses que, por exemplo, na mesma corporação industrial, combina divisões para a fabricação de cigarros e de produtos farmacêuticos. Ainda no capítulo atinente a drogas, é ressaltada a plethora de marcas comerciais (nomes fantasia) à venda no país, cerca de algumas dezenas de milhares, contraposta à afirmativa de que pouco menos de 500 drogas seriam suficientes para o tratamento eficaz de todas as doenças comuns. São ainda analisadas as políticas de produção e comercialização de drogas, a internacionalização das companhias farmacêuticas, a forma muitas vezes pouco sutil de conquistar a confiança de médicos e leigos na excelência de comprimidos ou xaropes.

No setor dos manufaturados, há a demonstração de como o equipamento hospitalar ocupa lugar destacado, englobando desde seringas e vestes até complexas máquinas que oferecem a ilusão da vida artificial. Com impressionante rapidez, os aceleradores lineares, as válvulas cardíacas artificiais, os monitores com circuitos integrados e as radiografias controladas por computador passaram a constituir-se em exigências quase pueris para a qualificação de um serviço hospitalar. Tal ramo da indústria, que parece infenso às crises econômicas, tem prosperado continuamente, criando, mesmo em setores críticos, a confiança na excelência e na eficácia da tecnologia médica. Neste particular, os exemplos são copiosos, abrangendo a tomografia computadorizada, a cineangiocardiorrafia, as unidades de terapia intensiva e cuidado coronariano, os rins artificiais e os implantes de pontes de safena. Muitos destes procedimentos e seu instrumental ainda não lograram a confiança cientificamente demonstrada de que contribuam de fato para o aumento da sobrevida, melhoria da qualidade de vida e

prevenção de agravamento dos danos; não obstante, graças à estratégia mercantil e ao interesse, em geral pouco ético, de seus aliados naturais, transformam-se em necessidades de primeira ordem.

A argumentação utilizada por Jayme Landman é bastante semelhante a do ex-Secretário de Saúde de São Paulo, dr. Adib Jatene, ao declarar, em 1980, perante o plenário da 7.ª Conferência Nacional de Saúde: “*Quem orienta a Medicina é a indústria. Porque a indústria, atuando como tal, com as suas técnicas de marketing, com a sua agressividade, com o interesse em vender, sugere, aconselha, demonstra, oferece financiamentos... Incluímo-nos entre os que acham que esta incorporação nos vem sendo imposta por quem encontra argumentos e meios de introduzir toda uma complexa gama de produtos importados que, certamente, não têm o rendimento e a produtividade adequados, porque estão fora de nossa realidade... Colocamo-nos entre os que reconhecem a existência de um grande contingente de equipamentos*

*subutilizados, ociosos e até mesmo nunca utilizados.*”

Quanto ao chamado complexo médico-industrial direto, ou seja, as casas de saúde, as empresas médicas, os empresários individuais e mesmo as pessoas físicas credenciadas ou conveniadas, seus descaminhos estão diariamente nos jornais: pacientes fantasmas, cobrança de atos fictícios, cobrança como adequados de atos precariamente realizados, duplo faturamento. Mas o livro não se encerra com mais uma denúncia. Ele termina por um convite, uma tomada de posição, uma exclamação: “*Mas mesmo aqueles que duvidam que a assistência médica igualitária e eficiente possa coexistir numa sociedade comprometida com o acúmulo de capital, a luta por um sistema médico nacionalizado, desprovido de lucro, pode contribuir para a luta maior por uma sociedade mais justa e mais igualitária, sob o ponto de vista econômico, político, ou social.*”

Antonio Augusto F. Quadra  
Faculdade de Medicina, UERJ

### As sedes da SBPC

Em São Paulo encontra-se na Rua Pedroso de Moraes, 1512, Pinheiros - Telefone: 212-0740; no Rio de Janeiro - Av. Venceslau Braz, 71 fundos, casa 27 - Tel.: 295-9443 (Secretário Regional: Eduardo de Azeredo Costa); Aracaju - Coordenação de Pós-Graduação da UFSE (Gizelda Santana Moraes); Araraquara - Depto. Química da F.C.L. da UNESP (Joaquim Theodoro de Souza Campos); Belém - Depto. de Psicologia da UFPA (Olavo de Farias Galvão); Belo Horizonte - FUN-DEP, Reitoria da UFMG (Otávio Elísio Alves de Brito); Botucatu - IBBMA, UNESP, Campus de Botucatu (Luiz Antonio Toledo); Brasília - Instituto de Ciências Biológicas, UNB (Felizardo Penalva da Silva); Campinas - Instituto de Física da UNICAMP (Marcio D'Olne Campos); Cuiabá - Depto. de Biologia, CCBS UFMG (Germano Guarim Neto); Curitiba - Depto. de Zoologia, Centro Politécnico, UFPR (Walmir Esper); Florianópolis - Centro Tecnológico da UFSC (Walter Celso de Lima); Fortaleza - Depto. de Ciências Sociais, UFCE (Eduardo Diatay Bezerra de Menezes); Goiânia - UFGO (Darcy Costa); Itabuna - Centro de Pesquisas do Cacau (Paulo de Tarso Alvim); Jaboticabal - Depto. de Patologia Veterinária, F.C. Ag. Vet., UNESP (Alvimar José da Costa); João Pessoa - Lab. Téc. Farmacêutica, UFPB (Lauro Xavier Filho); Juiz de Fora - Depto. de Biologia do ICBG da UFJF (Dager Moreira da Rocha); Londrina - Fundação IAPAR (Laura Regina

Bernardes); Macéio - CCB, UFAL (José Geraldo Wanderley Marques); Manaus - Inst. Nac. de Pesq. da Amazônia - INPA - (Maria Lúcia Absy); Natal - Depto. de Fisiologia do C.B. da UFRN (Lúcio Flávio de Souza Moreira); Pelotas - Rua Major Cícero de Góes Monteiro, 66 (Judith Viegas); Piracicaba - Depto. de Genética da ESALQ (Gerhard Bandel); Porto Alegre - Inst. de Física da UFRGS (Edemundo da Rocha Vieira); Recife - PIMES, UFPE (Silke Weber); Ribeirão Preto - Depto. de Medicina Social da Fac. Med., USP RP (José da Rocha Cavalheiro); Rio Claro - Inst. de Biociências da UNESP (Maria Neysa Silva Stort); Salvador - Depto. de Bioquímica, ICC, UFBA (Luiz Erlon Araújo Rodrigues); Santos - Fac. F.C.L. de Santos (Alfredo Cordella); São Carlos - Depto. de Ciências Biológicas, UFSC (Josué Marques P. Pacheco); São José dos Campos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (Aydano Barreto Carleial); São José do Rio Preto - Depto. de Biologia, IBLCEX. (Grigor Vartanian); São Leopoldo - Museu de Zoologia, Univ. Vale do Rio dos Sinos (Martin Sander); São Luís - Rua dos Jenipapos, Q. 18, C-7, São Francisco (Maria Célia Pires Costa); Teresina - Rua Arêa Leão, 260, Sul (José Wilson Campos Batista); Viçosa - Depto. de Química, UFV (Francisca Valverde Garotti); Vitória - Centro Biomédico, UFES (Marcus Lira Brandão).



# PROFESSOR JOSÉ REIS: UM DIVULGADOR DA CIÊNCIA

*"A divulgação para mim envolve dois dos maiores prazeres desta vida: aprender e repartir"*

(entrevista concedida a Alzira Alves de Abreu, pesquisadora do CPDOC/FGV e professora-adjunta da UFRJ, em 6 de maio de 1982)

— Professor José Reis, o senhor poderia nos explicar como chegou à atividade de divulgador da ciência? É necessário um pendor especial para exercer esta atividade?

— Durante a minha infância, tive sempre interesse em transmitir tudo aquilo que aprendia. Assim, logo que aprendi a ler tratei de alfabetizar as empregadas da casa, que também aprenderam comigo o catecismo. Após a missa dominical, em casa repetia o sermão do padre para as empregadas. Na escola, não tive dificuldades em aprender as matérias ensinadas, e tinha uma grande curiosidade intelectual — o que me levava a procurar estudar além do que o professor apresentava em aula. Desse esforço resultavam cadernos que circulavam entre os colegas, nos quais às vezes manifestava pontos de vista discordantes dos ensinados e tentava metodologia e enfoques originais, além de incluir matéria não ensinada e por mim "descoberta" em leituras paralelas. Vem daí talvez o encantamento que me provocou a frase de dom Duarte Nunes de Leão: "Tentei ensinar aos outros o que de outrem não pude aprender". É grande o prazer de tentar compreender o que é difícil e depois transformá-lo em algo menos hermético, para gozo dos outros. Movido por essas características psicológicas e pela necessidade de ganhar a vida, era natural que eu buscasse o magistério particular, ensinando a alunos de séries mais atrasadas o que ia absorvendo à medida que avançava. No início, lecionava tudo, e aos poucos fui-me concentrando na história natural.

— O seu interesse pela história natural fez com que o senhor escolhesse a Faculdade de Medicina?

— Sim, mas reconheço hoje que nunca me contentou a prática pura e simples de uma especialidade. Sempre procurei completá-la com a sua história e, se não a filosofia, pelo menos o filosofar sobre a essência do trabalho realizado, sua significação, sua posição no contexto geral do saber. Surgiu daí a preocupação, que se foi acentuando, com a história, a filosofia da ciência e a política da ciência.

— Mas ao terminar a Faculdade de Medicina o senhor foi trabalhar como bacteriologista no Instituto Biológico de São Paulo...

— Pois foi aí que eu comecei de fato minha carreira de divulgador da ciência. Eu trabalhava ao lado do grande cientista Hermann von Ihering, que um dia entrou na minha sala com o seguinte problema: um modesto sitiante procurava o Instituto para esclarecer qual era o problema que atacava suas galinhas que eram dizimadas por uma "peste". O dr. Von Ihering me perguntou: "Que peste é essa? Aí está uma coisa que você pode descobrir para ajudar esse pessoal." Aceitei o desafio e, resolvido esse, outros foram-se apresentando. Mas para desincumbir-me bem dessa missão de aconselhar, informar os sitiante, tornava-se importante estabelecer contato com eles e aprender a falar-lhes e escrever-lhes com a maior simplicidade. Ao fim de pouco tempo, eu estava escrevendo artigos em revistas agrícolas, como *Chácaras e Quintais*.

Ainda para facilitar a comunicação do Instituto com sua clientela, preparei numerosos folhetos, em linguagem simples, sobre os diversos problemas que afetavam a criação de galinhas.

— Desse modo, o senhor trocou sua carreira de cientista pela de divulgador.

— Não foi bem isso, continuei dedicando-me à pesquisa. Nunca fui cientista brilhante, dotado de criatividade que produz trabalhos originais que mexem com as bases da própria ciência. Fui antes um pesquisador sistemático, interessado em identificar doenças e micróbios, alguns conhecidos, outros ignorados. O impulso que sentia para divulgar os achados da ciência talvez seja, no fundo, uma forma de criatividade didática.

— Os cientistas que se preocupam em divulgar os resultados de suas pesquisas para um público mais amplo são mal vistos por seus colegas?

— Quando eu comecei, na década de 40, havia uma certa reserva quanto ao cientista que freqüentava as colunas de jornais e revistas populares. Hoje essa atitude mudou, os cientistas já percebem que é importante dar ao público uma satisfação sobre o trabalho que realizam. Eles compreenderam que não podem se fechar, isolar-se em seus laboratórios. Mas a tradição isolacionista do pesquisador gerou muitos ressentimentos entre o cientista e os jornalistas. De um lado os cientistas, muito ciosos da precisão da informação até mesmo em minúcias de nenhum interesse público, e de outro os jornalistas, mais estimulados pelo essencialmente novo e capaz de atrair os leitores.

Pode-se dizer que em alguns centros se cavou um profundo fosso entre ciência e jornalismo, como se a notícia científica se apegasse ou prostituisse quando veiculada na imprensa. Se os jornalistas, algumas vezes por despreparo, outras pela ânsia de sensacionalismo, contribuíram para aquela situação, os cientistas não ficam absoltos, pois muitos deles se negaram sistematicamente a dialogar com os repórteres ou atender aos pedidos de colaboração em termos simples. Felizmente as coisas mudaram dos dois lados. Melhor preparo e senso profissional do jornalista e mais aguda consciência social do cientista criaram a situação presente de bom entendimento.

— A divulgação científica através do jornal *Folha de São Paulo* foi sua primeira experiência na imprensa?

— Na verdade, comecei na então *Folha da Manhã*, escrevendo sobre problemas gerais de administração a convite do diretor editorial José Nabantino Ramos. Logo o dr. Nabantino Ramos me propôs nova e grata tarefa, o desenvolvimento de uma seção permanente de ciência. Assim começou "No Mundo da Ciência", na última página do jornal, a 1.º de fevereiro de 1948. Era uma página dominical, que constava de um artigo principal, algumas notas esparsas e uma seção de resenha



bibliográfica para a qual Mário Donato, então redator-chefe, sugeriu o título de "Se não leu, leia". Acrescentou-se depois a coluna "Ponto de vista", que reproduzia escritos de cientistas ou pensadores de renome sobre o papel da ciência, em particular a necessidade de amparar a muito incompreendida "ciência pura". Outra seção, "Em foco", tratava de problemas da ciência e sua política e organização no Brasil. Os artigos de divulgação abrangiam praticamente todas as áreas do conhecimento, e não raro versavam sobre assuntos que se tornaram palpitantes. Sempre estiveram presentes questões de história, filosofia, política e organização da ciência.

Passei a colaborar também na *Folha da Noite*, onde lancei a idéia de um concurso destinado a revelar novos cientistas e clubes de ciência. Ambas as sugestões encontraram apoio na Universidade de São Paulo. Na revista *Anhembi*, de Paulo Duarte, colaborei de 1955 a 1962, escrevendo "Ciência de 30 dias".

Ao ser criada a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, em 1948, que eu ajudei a fundar, decidiu-se que ela editaria uma revista. *Ciência e Cultura* surgiu em abril de 1949 com o objetivo de divulgar trabalhos inéditos de cientistas brasileiros de todos os campos do conhecimento. Sou seu diretor até hoje.

— **O jornal, o livro, folhetos para criadores, foram os únicos veículos que o senhor utilizou para popularizar a ciência?**

— Não, busquei romancear a ciência para a infância pré-escolar, escrevendo *A cigarra e a formiga*, que adapta a conhecida fábula, introduzindo duas formigas, uma "ruim", a quenquém, e a outra "boa", a asteca, que vive em associação com pulgões no oco das imbaúbas. Para a infância alfabetizada escrevi *As galinhas do Juca*, com noções de avicultura e doenças e *O menino dourado*, com noções de microbiologia. Para a juventude escrevi *Aventuras no mundo da ciência*, novela que se desenrola num instituto científico e constitui um passeio pela história natural. Outra experiência foi o rádio-teatro, e durante um ano elaborei *scripts* para a Rádio Excelsior de São Paulo. Uma vez por semana ia ao ar "A marcha da ciência", onde apresentava fatos atuais e históricos da pesquisa científica.

— **O que é, afinal, divulgação científica?**

— É a veiculação em termos simples da ciência como processo, dos princípios nela estabelecidos, das metodologias que emprega. Durante

muito tempo, a divulgação se limitou a contar ao público os encantos e os aspectos interessantes e revolucionários da ciência. Aos poucos, passou a refletir também a intensidade dos problemas sociais implícitos nessa atividade. Para muitos divulgadores, a popularização da ciência perdeu sentido como relato dos progressos científicos, porque o cidadão se acha hoje cercado desse tipo de informação. Embora concorde em parte com essa posição, considero que a divulgação através da imprensa é muito importante, principalmente em países como o Brasil, onde as dificuldades e as precariedades das escolas fazem com que estudantes e professores obtenham informações sobre os progressos da ciência através de artigos de jornais.

Para mim, depois de um longo caminho percorrido como divulgador, é com a maior alegria que encontro por toda parte professores e pesquisadores que dizem haver encontrado em meus escritos o despertar de sua vocação, assim como pessoas de variado nível cultural que em artigos meus descobriram pistas para resolver até problemas pessoais.

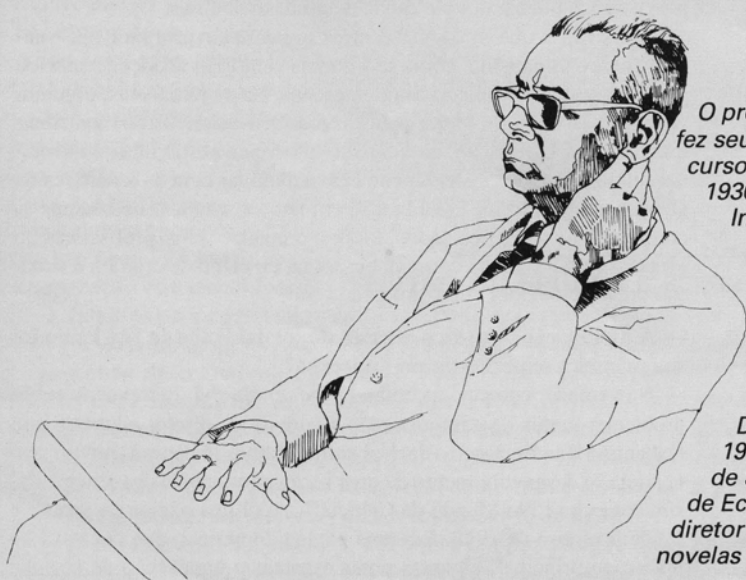
— **Como assim?**

— Recebi muitas cartas de leitores com perguntas sobre a origem, causas e tratamento de anomalias que atingiam membros da família. Em alguns casos mantive longa correspondência com leitores, e sem me imiscuir nos aspectos profissionais que o caso comportava sugeria a procura de centros especializados, capazes de esclarecer as dúvidas e orientar o tratamento.

O leitor que se habituou a ler os escritos de um divulgador científico muitas vezes acaba fazendo dele uma espécie de conselheiro. É esta, pelo menos, minha experiência: creio que o leitor identifica nesses escritos a única virtude que eles realmente têm, a sinceridade.

— **A carreira de divulgador parece ter-lhe dado muita alegria e significado uma grande realização profissional.**

— Uma das maiores recompensas do meu trabalho tem sido aprender, tentando ensinar. E uma das maiores alegrias é quando escrevo por sugestão do leitor, o que não é raro, mesmo quando a pergunta está longe de minha imediata cogitação; isto me obriga a enveredar por um caminho novo, fazer meu aprendizado e transformá-lo depois em ensinamento. A divulgação envolve para mim dois dos maiores prazeres desta vida: aprender e repartir.



O professor José Reis é carioca, nascido em 12 de junho de 1907, fez seus estudos secundários no Colégio Pedro II e em seguida cursou a Faculdade Nacional de Medicina, onde se formou em 1930. Nesse ano, mudou-se para São Paulo, contratado pelo Instituto Biológico. Lá se encontravam cientistas importantes que deram impulso à ciência no Brasil, como Hermann von Ihering, Otto Bier, Rocha Lima, Genésio Pacheco e outros. O trabalho de microbiologia que então desenvolveu levou-o a perceber a importância de ampliar seu campo de estudo e a olhar para o que faziam os cientistas de outras áreas. Esse interesse permitiu-lhe enveredar por outras atividades, vindo a ocupar o cargo de diretor-geral do Departamento do Serviço Público de São Paulo de 1942 a 1945, tornando-se professor de Administração da Universidade de São Paulo e da Universidade Mackenzie (1946-47), professor de Economia, redator científico do jornal *Folha de São Paulo*, diretor da revista *Ciência e Cultura*, autor de livros infanto-juvenis, novelas de rádio, livros e artigos científicos.



## O ABORTO NO BRASIL

Em 1980, o INAMPS gastou 420 milhões de cruzeiros em tratamentos de seqüelas de abortos provocados ou espontâneos, o que corresponde a 2% das despesas totais do Instituto com a assistência hospitalar e cirúrgica. Das mulheres atendidas (200.000), 20 em cada 100.000 morreram em 1979 e, no ano seguinte, a metade. Estes números correspondem ao índice de mortalidade pós-aborto encontrado nos Estados Unidos antes de sua descriminalização, há dez anos.

Os dados foram levantados por Hildete Pereira de Melo, do Departamento de Economia da Universidade Federal Fluminense, na pesquisa "Seqüelas do aborto: custos e implicações sociais", patrocinada pela Fundação Carlos Chagas e pelo próprio INAMPS. Ela relacionou, no trabalho, todos os processos de abortamento

em curso atendidos pela rede de hospitais contratados pelo INAMPS, que correspondem a 90% das internações da Previdência, sem distinguir, o que seria impraticável, os abortos provocados dos espontâneos.

O índice de internações para tratamento de seqüelas de abortos — de 2% — é alto porque representa, dentro da clínica de obstetrícia, o terceiro item dos gastos, precedido apenas pelos partos naturais e pelas cesarianas. Para os partos, as mulheres ficam internadas, em média, dois dias; para as cesarianas, quatro, e, para as seqüelas de aborto, um dia.

Com a descriminalização do aborto, a rede hospitalar do INAMPS faria um atendimento de melhor qualidade, uma vez que nas áreas mais pobres e atrasadas ele é geralmente feito por curiosos, trazendo risco de vida para as mulheres. A média de internação seria de quatro horas. Não se pode prever, no entanto, como observa a pesquisadora, se

os gastos da Previdência aumentariam ou não com a legalização do aborto.

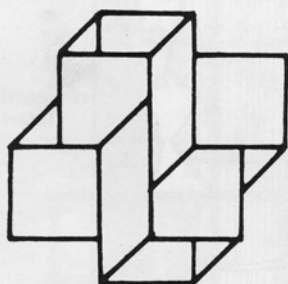
Segundo estimativas da Organização Mundial de Saúde, são provocados três milhões de abortos por ano no Brasil. Hildete Pereira de Melo, no entanto, acredita que a incidência seja bem menor, ficando entre um milhão e dois milhões. Sua estimativa foi estabelecida a partir da relação entre seqüelas de aborto e o número de partos, que foi, nos dois anos dos levantamentos, de 13 para cada 100 partos.

Um dado curioso levantado pela pesquisa é que no estado do Rio, considerado como o detentor de uma das melhores redes hospitalares do país, a mortalidade pós-aborto é superior à média do país, o que pode levar à hipótese de que só chegam aos hospitais os casos muito complicados, que os próprios responsáveis pelos abortos não conseguem resolver.

Outro fato inesperado é que no Amazonas a mortalidade foi

igual a zero, contradizendo a crença de que num estado mais atrasado a taxa de mortalidade seria mais alta, em consequência da prática do aborto por pessoas despreparadas. A pesquisa concluiu ainda que Minas Gerais, tido como um estado mais conservador do que o Rio de Janeiro, tem um número superior de curetagens pós-aborto, e que Santa Catarina apresenta a maior incidência de curetagens em adolescentes do país. Para uma interpretação destes dados, seria necessária uma nova abordagem do assunto.

Para Hildete Pereira de Melo, qualquer política demográfica a ser traçada para o país tem que levar em conta os resultados obtidos pela pesquisa, além de examinar mais a fundo suas determinantes. Um fato que não pode ser esquecido é que, nos Estados Unidos, depois da descriminalização do aborto, o número de mortes pós-aborto caiu de 19 para cada 100.000 para 0,8 para cada 100.000.



**LCC**

**LABORATÓRIO DE COMPUTAÇÃO  
CIENTÍFICA DO CNPq**

A pesquisa gerando as *nossas* soluções de problemas científicos e tecnológicos

- programação científica
- métodos computacionais em engenharia
- modelagem matemática e análise numérica
- modelagem estatística e análise de dados
- microprocessadores

Av. Venceslau Brás, 71 - Rio de Janeiro, RJ - 22.290



## DEFEITO DE PROJETO EM ANGRA

Em outubro de 1981, uma usina nuclear da Suécia, Ringhals-3, do tipo PWR, acusou problemas em um de seus geradores de vapor e foi imediatamente fechada.

Uma inspeção feita a seguir revelou que se tratava de um vazamento de água do circuito primário para o sistema de alimentação da turbina. A causa do vazamento foi logo identificada ao serem descobertas fissuras em vários tubos do gerador de vapor, na altura da entrada da água na seção do pré-aquecedor do gerador de vapor. Análises posteriores mostraram que a água que penetra no gerador de vapor desloca-se a uma velocidade de ordem tal que provoca vibrações na parte inferior dos milhares de tubos por onde circula a água quente, pressurizada e radioativa, proveniente do vaso do reator.

Constatada a importância do defeito e face à existência de vários outros geradores de vapor de projeto igual ao de Ringhals-3, a agência licenciadora sueca notificou formalmente as organizações nucleares dos países que possuem, em construção ou em operação, geradores de vapor idênticos aos de Ringhals-3, inclusive a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), no Brasil. Estão também sob investigação semelhante algumas usinas nucleares que possuem geradores de vapor do mesmo tipo adotado pela Westinghouse em Ringhals-3, como em Almaraz-1 na Espanha e em McGuire-1, nos EUA.

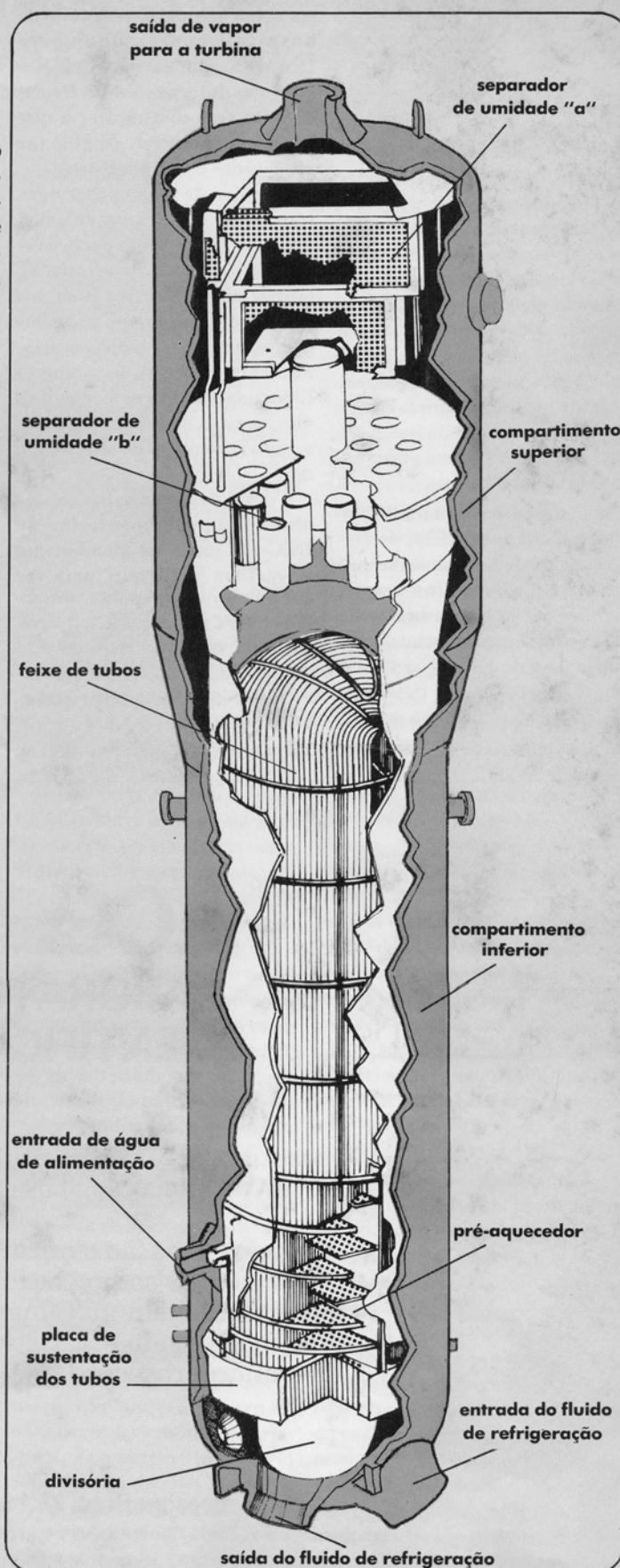
As fissuras detectadas nos tubos dos geradores de vapor, resultantes de vibrações iniciadas por ações hidrodinâmicas, se manifestaram, no caso de Ringhals-3, no início de sua vida operativa

— apenas um mês de operação comercial. Este fato levou a empresa fabricante a excluir das cogitações iniciais os problemas de tipo “fadiga nuclear” e a concentrar suas atenções no problema hidrodinâmico.

A solução a ser dada ao problema compreende, inicialmente, estudos de engenharia, já realizados, e, posteriormente, o desenvolvimento de instrumentos e ferramentas necessários à implantação das modificações. Um fator que complica a solução do problema é a necessidade quase imperiosa de realizar todas as operações de conserto sem remover os geradores de vapor do seu local de instalação no interior do prédio do reator, devido às suas enormes dimensões e a seu peso, da ordem de 330 toneladas. Resolvido o problema de projeto e implantada a solução nos equipamentos defeituosos, resta acompanhar o desempenho dessas unidades para verificar eventuais efeitos a longo prazo da “fadiga nuclear” nos tubos do gerador de vapor.

No caso específico de Angra-1, a CNEN decidiu autorizar seu funcionamento até o nível de 30% de sua potência nominal, mediante a admissão da água do sistema de alimentação na parte superior do gerador de vapor e fechando o orifício normal localizado na parte inferior. Uma vez aprovadas as medidas corretivas propostas pela Westinghouse, e depois de testada operacionalmente sua eficácia na usina norte-americana da Duke Power Company, Angra-1 deverá receber da CNEN autorização para introduzir as modificações, de modo a finalmente operar no nível de sua potência nominal. Essa etapa só deverá estar concluída em março de 1983.

Corte de um gerador de vapor do tipo usado em usinas nucleares como a de Angra dos Reis, possível sede de defeitos de funcionamento.





# 40/4 SECURIT

by David Rowland.

A cadeira 40/4 é um dos móveis mais elogiados e premiados do mundo. Além de fazer parte dos acervos de importantes museus internacionais, ela ostenta uma impressionante lista de premiações que inclui, entre outros, o "Grande Prêmio da Trienal de Milão" e a medalha de Ouro na 3.ª "Exposição Internacional de Móveis de Viena".

Ao lado de uma alta qualificação estética, a cadeira 40/4 apresenta uma perfeita adequação às mais variadas funções comerciais e institucionais. Ela tanto pode ser vista em escritórios como em residências, hotéis, restaurantes, aeroportos, etc.

Colocadas lado a lado, e acopladas através de dispositivos próprios de justaposição, a cadeira 40/4 se presta magnificamente para utilização em salas de espera e auditórios.

Sua estocagem é facilíma, demandando pouco volume.

De fato, a 40/4 é conhecida como a cadeira mais empilhável do mundo. Sobrepostas, 40 cadeiras formam uma pilha de apenas 1,20 m (4 pés) de altura.

Agora é sua vez de conhecê-la pessoalmente.

Em exposição nos seguintes locais:

Museum of Modern Art, New York - Musée de Louvre, Paris - Victoria and Albert Museum, London - Art Institute of Chicago - Nelson Gallery, Kansas City - Die Neue Sammlung, Munich - Núcleo de Desenho Industrial, Fiesp, São Paulo - Centro Cultural de São Paulo - Show-Rooms Securit de São Paulo (Av. Brigadeiro Faria Lima, 1364 e Al. Gabriel Monteiro da Silva, 1505) - Show-Rooms Securit do Rio de Janeiro (Rua Francisco Serrador, 2 e Av. N.S. Copacabana, 71-A) - Representantes Securit de todo o Brasil.

 **SECURIT**



---



**A comunidade científica  
brasileira  
é como a Scopus.  
Ambas estão criando  
cérebros  
genuinamente nacionais.**

**Homenagem  
da Scopus  
às cabeças que farão  
a revista da SBPC.**



**SCOPUS**  
*a evolução brasileira*

Fabricante de microcomputadores, terminais vídeo e processadores de comunicação.

---

Av. Angélica, 2318 - 14º andar - Tels: (011) 255-1033 e 256-6655 - São Paulo  
Belo Horizonte - Brasília - Campinas - Curitiba - Porto Alegre - Recife - Rio de Janeiro - Salvador