

DISTROFIA
MUSCULARES

ISSN 0101-8515

CIÊNCIA HOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
Vol. 5 N° 26 Setembro/Outubro de 1986 Cz\$ 18,00

S.O.S. CORAIS



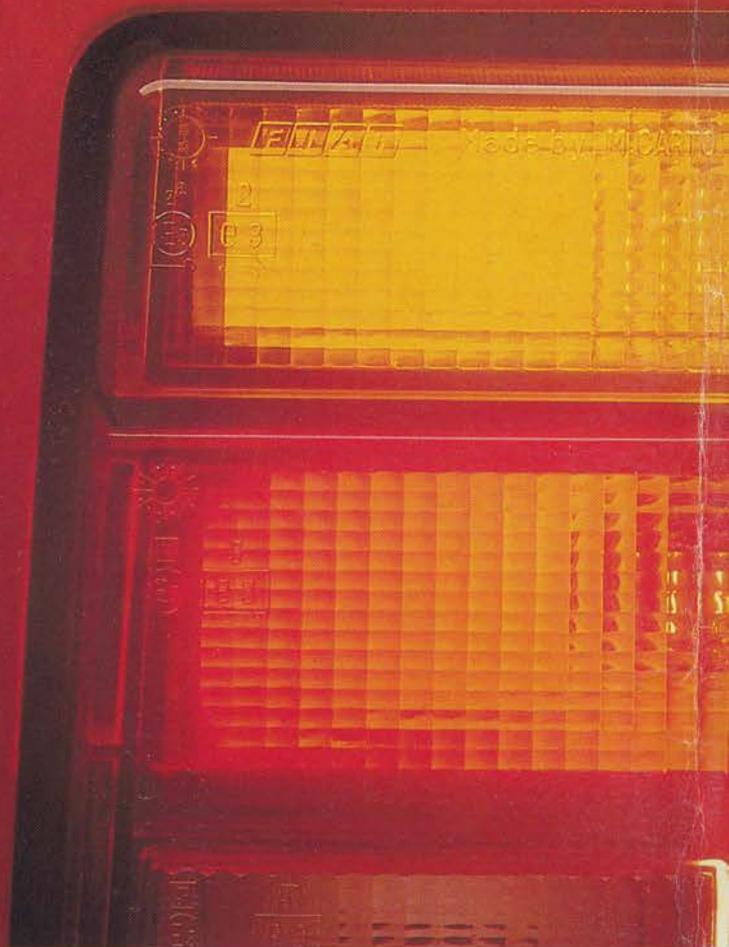
Partículas mais velozes que a luz

SB
PC

Manaus, Santarém, Boa Vista, Porto Velho, JI-Paraná e Rio Branco (via aérea) Cz\$ 23,40

**O CARRO DO ANO NÃO PODIA SER OUTRO.
ESTAVA ESCRITO.**

Prêmio CS



*Podia-se ler nos olhos do público:
Fiat Prêmio é o melhor.
Melhor no design ágil e moderno.
Melhor no interior confortável e espaçoso.
Melhor na mecânica avançada e econômica.
A crítica especializada confirmou:
Fiat Prêmio. O Carro do Ano.
Aliás, exatamente como aconteceu no
ano passado com o Fiat Uno.*



PROMOÇÃO REVISTA AUTO ESPORTE



26

DISTROFIAS MUSCULARES

Mayana Zatz e Oswaldo Frota-Pessoa

26

Experiências realizadas com gêmeos idênticos mostraram que o uso de um inibidor do hormônio do crescimento diminui o ritmo de progressão da distrofia Duchenne.

S.O.S. CORAIS

Maria Júlia da Costa Belém, Clarisse Rohlf, Débora de Oliveira Pires, Paulo Secchin Young e Clovis Barreira e Castro

34

MERCADO DE CORAIS

Elga Maýal

43

ECOSSISTEMA SEM SIMILAR

Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão

44

A biologia dos corais é extraordinária. É preciso deter a devastação, que ameaça hoje, inclusive, o único parque nacional marinho de todo o Brasil.



44

TÁQUIONS

Erasmu Recami, Maristella Fracastoro-Decker e Waldyr A. Rodrigues Jr.

48

A existência de partículas mais velozes do que a luz não é incompatível com a teoria da relatividade, um dos pilares da física contemporânea.

QUEM CONSENTE, CALA

Glaucio Ary Dillon Soares

60

Pressionada pela insegurança, em anos recentes a maioria dos membros do Congresso Nacional aceitou abdicar do poder de legislar.



60

PERCEVEJOS SUGADORES DE SEMENTES

Antônio Ricardo Panizzi

66

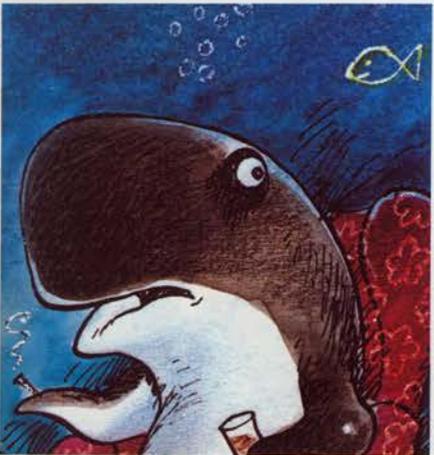
Agricultores brasileiros já usam, na cultura da soja, um sistema de manejo integrado que incorpora os avanços em nosso conhecimento sobre a ecologia nutricional dos percevejos.

O AÇO TRATADO

Carlos A. dos Santos e Israel J.R. Baumvol

72

Íons de diversos elementos podem ser implantados na superfície do aço, modificando as propriedades mecânicas, químicas e tribológicas deste material.



89

CARTA DOS LEITORES

2

AO LEITOR

9

TOME CIÊNCIA

10

UM MUNDO DE CIÊNCIA

18

O LEITOR PERGUNTA

22

RESENHA

78

É BOM SABER

82

HUMOR

89

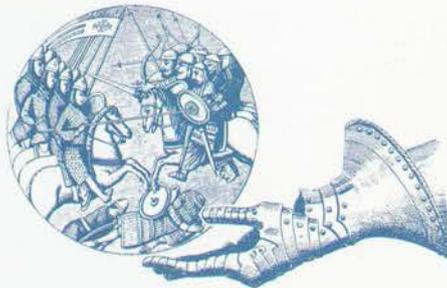
TÍTULO UFANISTA

O artigo de minha autoria publicado em *Ciência Hoje* n° 24 intitulava-se originalmente "Os planos de estabilização da Argentina e do Brasil — uma comparação que favorece o Brasil" (...). Esse título expressava fielmente o ponto de vista defendido ao longo da matéria, que foi parcialmente afetada pela mudança efetuada na própria revista. O novo título ("Inflação nunca mais?"), apesar de interrogativo, transmite ao leitor a idéia ufanista de que o autor acredita que o fim definitivo da inflação é uma das alternativas realistas que o futuro oferece. Essa crença, sustentada pelo governo por dever de ofício, não é defendida por nenhum economista que não esteja sujeito aos condicionantes impostos pelo exercício de uma função pública (...). Quero isentar-me da responsabilidade por essa impressão,

ainda que continue sustentando integralmente o que está expresso no texto.

Fabio Giambiagi
Rio de Janeiro (RJ)

• *Definidos sempre no último momento da edição, em função do espaço deixado pelo desenho das páginas, os títulos e textos de abertura são de responsabilidade da própria equipe de Ciência Hoje.*



CATEGORIAS PSIQUIÁTRICAS

O artigo "Feministas contra novas categorias psiquiátricas" (*Ciência Hoje* n° 25) obscurece e omite o verdadeiro papel da psiquiatria na sociedade (...). Toda e qualquer categoria diagnóstica na psiquiatria estigmatiza, destrói e impede (...) quaisquer manifestações pessoais de diferenciação e de questionamento social (...). Já foi desnudada a base em que a psiquiatria se apóia para produzir seus conceitos e diagnósticos: a necessidade de normalizar o comportamento e o pensamento humano segundo normas interessantes à perpetuação do sistema capitalista e de seu modo de produção.

Como se não bastassem os diagnósticos fantásticos para uma doença "fantasma", os psiquiatras delimitam um espaço e um lugar onde

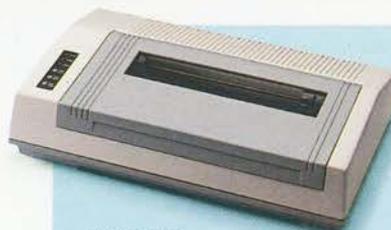
PERIFÊRICOS ELEBRA. LIDERANÇA

No mercado de periféricos para computadores, só alcança a posição de líder, quem é capaz de desenvolver, produzir e garantir ao mercado o fornecimento de uma grande quantidade de produtos, sempre com desempenho e qualidade excelentes e com a melhor relação custo/benefício.

A Elebra Divisão Periféricos, possui a mais completa linha de periféricos do país. E mais. Um serviço atuante e profissional para seus clientes OEM. Uma preocupação com cada usuário de seus equipamentos, como se cada um deles fosse o mais importante.

Elebra Divisão Periféricos. Em cada um de seus produtos a autêntica tecnologia nacional de vanguarda.

 **elebra**
Divisão Periféricos



MÔNICA PLUS
160 cps, 132 colunas, para micros da linha PC.



DIANA
400 cps, 136 colunas, para micros da linha PC, minis e superminis.



EMÍLIA PC
220 cps, 132 colunas, para micros da linha PC.



ALICE
250 cps, 136 colunas, para micros, supermicros e minis.



MÔNICA
160 cps, 80 colunas, para micros da linha Apple.

se desenvolveria essa doença, e até hoje nunca vistos ou palpados: um espaço que paira imaterialmente, talvez sobre nossas cabeças, a que chamam de mente. A síntese desse esforço é o *Manual Diagnóstico e Estatístico de Doença Mental*, citado no artigo (...) Causou-me pesar, ao lê-lo, a constatação de que instrumentos sérios de divulgação científica transmitem informações incompletas, que não permitem o entendimento das coerções sociais a que estamos submetidos (muitas vezes em nome da ciência). Já em "A estratégia do branqueamento" e "Fraude em ciência", no mesmo número, a seriedade é retomada no plano da discussão dos motivos da ciência. Propomos que *Ciência Hoje* publique matérias de profissionais e pensadores da linha antipsiquiátrica, há alguns no Brasil (...)

Martin W. Breuer e Regina C. Fiorati
São Carlos (SP)



HALLEY VISTO DE MANAUS

(...) Enviamos cópia da foto que Herbert Schubart, diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), fez do cometa Halley, em Manaus, no dia 7 de abril último. Dados técnicos — hora 23:00'; câmara: Canon; objetiva: 50 mm; abertura: 2,0; tempo de exposição 15"; filme: Kodacolor, asa: 400; com tripé.
Terezinha de Jesus Soares
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

EVASÃO DE MESTRES

(...) Faltam alunos no curso de bacharelado em física da Universidade Federal da Paraíba (...) entre outras razões, porque há poucos professores de física qualificados no 2º grau (...) Há também uma evasão de mestres em física para outras áreas (...) porque não conseguem emprego nas universidades e o valor da bolsa para doutorado é desestimulante.

(...) Como parte da solução dessa crise, proponho que se reivindique do governo federal um programa de curto e médio prazos (...) que vise à participação dos mestres em física nos colégios, sem prejuízo de sua carreira de pesquisador em nível superior, com salário e carga horária adequados.

Rafael de Lima Rodrigues
João Pessoa (PB)

EM TODA A LINHA.



W300
Winchester de 3 1/2"; de 12,75 Mb.



DINO
Unidade de disco flexível, compatível com Apple.



W900
Winchester de 9"; 344 e 515 Mb, interface SMD Ø / SMD E.



W500
Winchester de 5 1/4"; de 29 a 86 Mb.



UNIDADE DE FITA "STREAMING"
GCR 180 Mb, buffer, interface Pertec, STC e SCSI.

Apple e PC são marcas registradas dos respectivos fabricantes.

CARTAS DOS LEITORES

PRÊMIOS CIENTÍFICOS

Nos quatro anos em que a revista existe, não faltaram elogios, mas nunca é demais: *Ciência Hoje* foi um indiscutível divisor de águas na divulgação científica no Brasil (...). Quero aproveitar o espaço da revista para veicular uma idéia que me parece da maior importância: a da criação dos prêmios científicos (...). Precisamos prestigiar adequadamente, com prêmios, os nomes que mais contribuíram para o desenvolvimento da nossa ciência, de forma a torná-los estímulo e exemplo para as novas gerações.

Há pouco tempo o CNPq instituiu o Prêmio Ciência e Tecnologia (...) mas esse nome é pouco adequado. Dever-se-ia escolher, por exemplo, o nome de Oswaldo Cruz, e outorgá-lo anual ou bianualmente ao pesquisador ou grupo

de pesquisadores que mais contribuíram na pesquisa, formação e organização científica no Brasil. Uma comissão idônea e representativa da comunidade científica, organizada pelo SBPC, seria responsável pelo julgamento dos candidatos, que não faltam (...).

Seguindo a mesma filosofia, também poderia ser instituído o Prêmio Santos-Dumont de Tecnologia (...).

Marcelo Byrro Ribeiro
Rio de Janeiro (RJ)

ÁRVORES BRASILEIRAS

(...) Dedico-me à pesquisa de árvores brasileiras de crescimento rápido (...). Gostaria de receber sementes destas espécies florestais, bem como de complementar material informativo a respeito de habitat e comportamento de algumas delas. Interessam-me também

informações sobre recuperação de áreas degradadas por meio de reflorestamento com espécies nativas e sobre manejo da fauna silvestre (...).

Nicolas Behr
Caixa Postal 04-0262
70312 — Brasília (DF)

INTOXICAÇÃO POR FLUÓR

A intoxicação por flúor, como consequência de poluição ambiente, tem sido diagnosticada em bovinos em estabelecimentos localizados nas proximidades da cidade de Rio Grande (RS), onde a contaminação das pastagens ocorre através do efluente gasoso de quatro indústrias que processam rocha fosfática para a produção de adubo (Riet-Correa *et al.*, *Pesq. Vet. Bras.*, 3:107-114, 1984). A doença causa lesões dentárias e

VOCÊ PREFERE VIAJAR NUMA COMPANHIA QUE TEM AVIÃO MODERNO?



Vasp, a primeira em todo o Hemisfério Sul a ter o 737 mais moderno do mundo. Pousa e decola automaticamente em aeroportos grandes e médios. Fuselagem mais longa. 132 lugares. Mais espaço para passageiros e carga. Poltronas mais largas. Gavetões para bagagem de mão maiores. Avançado sistema de computadores programa previamente a trajetória de voo, com

economia de combustível e tempo, melhorando o desempenho. Silencioso, com níveis de ruído abaixo dos de jatos em operação no país. Boeing Vasp 737-300, o avião ideal para o Brasil, para a Vasp, para você. Bem-vindo a bordo.



Tudo para ter você a bordo.



AQUI ESTÁ O 737

ósseas; as primeiras são caracterizadas por pigmentação amarela ou marrom, presença de grandes áreas opacas com aspectos de giz e hipoplasia do esmalte e desgaste exagerado; as lesões ósseas são variáveis, podendo observar-se osteoporose, osteoesclerose ou exostoses.

A intoxicação tem sido diagnosticada também em ovinos e bovinos, no município de Bagé (RS), como consequência de poluição causada pela combustão de carvão da Usina Termoeletrica Presidente Médici. Nessa região a lesão mais grave é o desgaste dentário que ocorre principalmente por duas causas: a) diminuição da resistência do esmalte como consequência da ingestão de quantidades excessivas de flúor, e b) efeito abrasivo dos particulados depositados nas pastagens, cujo principal componente é o silício (...)

A intoxicação por flúor ocorre também em humanos, existindo duas



Fluorose em bovino. O grau da lesão, da esquerda para a direita, é 2-4-2-1-1-2-4-2.

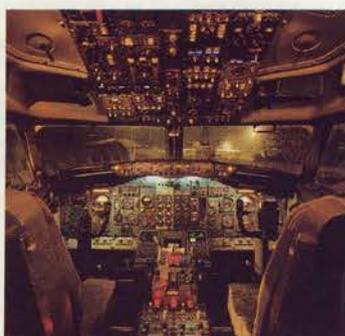
formas características da doença: a fluorose endêmica, causada pelo consumo de água com excessiva quantidade de flúor, em diversas áreas da África, China, Japão, Índia e Estados Unidos, onde se observam lesões dentárias, similares às observadas em bovinos, que ocorrem quando o flúor é ingerido antes de as crianças completarem a dentição permanente, e lesões ósseas que, associadas a estados de subnutrição, chegam a ser muito severas; e a fluorose ocupacional, na qual as lesões ósseas são mais frequentes que as dentárias, porque a

exposição se produz principalmente em adultos. A fluorose ocupacional tem sido observada em pessoas que trabalham na mineração e processamento da criolita e da fluorita, em fábricas de superfosfato e alumínio e em fundições de magnésio (Grand'jean, P., Am. J. Int. Med., 3:227-236, 1982).

Os sintomas de fluorose óssea no homem caracterizam-se por dor e limitação dos movimentos da coluna e articulações, sendo que nos casos mais graves se observa rigidez completa da coluna e limitação dos movimentos respiratórios (...)

O objetivo desta carta é o de alertar para a possibilidade da ocorrência da intoxicação pelo flúor em trabalhadores das indústrias mencionadas anteriormente, existentes no Brasil, especialmente naquelas áreas onde foi diagnosticada intoxicação em animais.

Franklin Riet-Correa
Pelotas (RS)



BOEING
VASP
737-300.



MAIS MODERNO DO MUNDO.

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

Secretaria:

Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846 e 295-4442.

Editores:

Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ).

Conselho Editorial:

Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Alzira Alves Abreu (CPDOC — Fundação Getúlio Vargas), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Antônio César Olinto (Laboratório Nacional de Computação Científica, LNCC), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Joaquim Falcão (Dept. PIMES, UFPE), José Albertino Rodrigues (Núcleo de Pesquisa e Documentação, UFSCAR), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Oswaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto).

Secretaria de Redação:

Evair A. Marques (coordenadora), Zairine V. Freire, Alicia Mônica A. de Palacios e Vaine Reis (secretárias).

Texto:

César de Queiroz Benjamin (editor de texto), Maria Luiza Borges e Ângela Ramalho Viana (assistentes), Alicia Ivanishevich (jornalista), Leny Cordeiro (revisora).

Arte:

Maria Regina Ferraz Pereira (diretora de arte), Patrícia Galliez de Salles (assistente de direção), Danielle Martins Prazeres e Lillian de Abreu Mota (diagramadoras), Selma Azevedo (artefinalista).

Produção gráfica:

Adalgisa M. S. Bahr

Administração:

Elsa M. Roberto Parreira e Sonia M. de Mendonça Corrêa (gerentes), Irani F. Araújo, Claudio C. Carvalho, Delson Freitas, Carlos A. Kessler Filho, Marly Onorato, Maria do Rosário, Flôrencia C. Rita.

Circulação e Expedição:

Álvaro Roberto S. Moraes (gerente), Roberto Valois (analista de sistemas), Maria Lúcia G. Pereira, Afonso H. de M. Pereira, Genésio M. de Carvalho, José A. Vianna, Carlos Leopoldino da Silva, Moisés V. dos Santos, Virley Fonseca.

Colaboraram neste número: Agner, Claudius, Danyl Paz, Luís Trimano (ilustração); Carlos Secchin, Luiz Claudio Marigo, Marcos Vinício (fotografia).

Capa: *Mussismilia brazilensis*. Fotografia Carlos Secchin.

Conselho Científico:

Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração, UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas, USP), B. Boris Vergafitig (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crodowaldo Pavan (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Galembeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Antônio Freitas Pacheco (Observatório Nacional, CNPq), José Goldemberg (Instituto de Física, USP), José Reis (Diretor de *Ciência e Cultura*, SBPC), José Ribeiro do Valle (Escola Paulista de Medicina), José Seixas Lourenço (Museu Paraense Emílio Goeldi), Leopoldo Nacbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luís de Castro Martins (Rio Data Centro, PUC/RJ), Luís Rodolpho R. G. Travassos (Escola Paulista de Medicina), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto), H. Moysés Nuszenzeig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire Maia (Departamento de Genética, UFPR), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, Unicamp), Otávio Elisio Alves de Brito (Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa, MG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPA), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte:

Ângelo B. Machado, Roberto B. de Carvalho — Dept. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Caixa Postal 2486, CEP 30000, tel.: (031) 441-8942.

Sucursal Brasília:

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

Sucursal Florianópolis:

Ellen Jane Grimm, Walter Celso de Lima e Coordenadoria de Comunicação Social, UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88000, tel.: (0482) 33-9284 e 33-9332.

Sucursal Porto Alegre:

Edmundo Kanan Marques, Ida Stigger — Av. Nilo Peçanha 730, sala 501 (FACTEC), CEP 90000, tel.: (0512) 31-8230.

Sucursal Recife:

Joaquim Falcão, Cilene Vieira, Luiz Antonio Marcusch — Praça das Cinco Pontas 321 (CNPq - ANE), São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-8511.

Sucursal São Carlos:

José Albertino Rodrigues, Henrique Krieger, José G. Tundisi, Roberto Lobo, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Itamar Vugman, Vera Rita da Costa — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, Rua Nove de Julho 1227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo:

Luiz Augusto Pacioli, José Carlos Maia — Rua Cardeal Arcoverde, 373, CEP 05407, tel.: (011) 881-9889.

Sucursal Vale do Paraíba:

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

Assinaturas:

Brasil (6 números): C\$ 108,00. **América Latina e África** (6 números): US\$ 15,00 (superfície) e US\$ 30,00 (aérea). **EUA e Europa** (6 números): US\$ 20,00 (superfície) e US\$ 40,00 (aérea). **Números atrasados:** C\$ 18,00.

Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Renart Fotografia Gráfica e Composição Ltda. e Letra Composições Tipográficas Ltda. **Fotolito e Impressão:** Lastri S.A. Indústria de Artes Gráficas. Para publicação desta revista contribuíram o **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, a **Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)**. *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural da **Energia de São Paulo, Administração Unificada: CESP, CPFL, Eletropaulo, Comgas**, do **Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)** e do **Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC)**.

Publicidade: Rudiger Ludemann e Douglas Sampaio Venditti. Rua Gal. Jardim, 618 - 3º andar - conj. 31, São Paulo, tel.: (011) 257-6050; Rio de Janeiro, tel.: (021) 295-4846; Brasília, tel.: (061) 224-8760



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

Atividades da SBPC. A SBPC organiza e promove, desde a sua fundação, reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm uma oportunidade impar de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Nestas reuniões, o jovem pesquisador encontra a ocasião própria para apresentar seus trabalhos, ouvir apreciações, criticar e comentar trabalhos de outros. Temas e problemas nacionais e regionais relevantes são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que tem ainda o direito de participar dos debates. Finalmente, assuntos e tópicos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

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

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

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

Sede nacional: Rua Pedrosa de Moraes 1512, Pinheiros, São Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **Araçaju** — Universidade Federal de Sergipe, Depto. de Educação, Campus Universitário, São Cristóvão, tel.: 224-1331 ramal 331 (Ada Augusta C. Bezerra); **Belém** — Universidade Federal do Pará, Gabinete do Reitor, Campus Universitário do Guamá, C.P. 549, tel.: 229-1108 ramal 384 (Antonio G. de Oliveira); **Belo Horizonte** — Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. de Biologia Geral, Inst. de Ciências Biológicas, C.P. 2486, tel.: 441-5481 (José Rabelo de Freitas); **Blumenau** — Universidade Regional de Blumenau, Rua Antônio da Veiga 140, tel.: 22-8288 (Sálvio Alexandre Müller); **Brasília** — Universidade de Brasília, Inst. Central de Ciências, Bl. A, sobreloja, s/301, tel.: 273-4780 (João Luiz H. de Melo); **Corumbá** — C.P. 189, tel.: 231-2616 (Wilson F. de Melo); **Cuiabá** — Universidade Federal de Mato Grosso, Sub-

Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, tel.: 361-2211, ramais 210 e 166 (Miramy Macedo); **Curitiba** — R. Gen. Carneiro 460, 5º/504, tel.: 264-2522 ramal 278 (Araci A. da Luz); **Fortaleza** — Universidade Federal do Ceará, Depto. de Física e Farmacologia, Centro de Ciências da Saúde, C.P. 657, tel.: 243-1309 (Marcus Raimundo Vale); **Goiania** — Universidade Federal de Goiás, Inst. de Ciências Biológicas, C.P. 131, tel.: 261-0333 ramal 158 (Alberto José Centeno); **João Pessoa** — Universidade Federal da Paraíba, Depto. de Biologia Molecular, Campus Universitário, tel.: 224-7200 ramal 2495 (Maria Eulália S. Grisi); **Londrina** — (seccional) Rua Rio de Janeiro 551, apto. 7 D (Ana Odete S. Vieira); **Maceió** — Universidade Federal de Alagoas, Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Praça Afrânio Jorge (Marize P. Pedrosa); **Manaus** — Inst. Nacional de Pesquisas da Amazônia, C.P. 478, tel.: 236-9400 ramal 126 (Adalberto Luis Val); **Maringá** — (seccional) Fundação Universidade Federal de Maringá (Veslei Teodoro); **Natal** — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Depto. de Fisiologia, tel.: 231-1266 ramais 289 e 354 (Alexandre Augusto L. Menezes); **Pelotas** — (seccional) R. Benjamin Gastal 57, Areal (Morena P. Peters); **Piracicaba** — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Inst. de Genética, C.P. 83, tel.: 33-0011 ramais 252 e 249 (Margarida L. R. de A. Perecin); **Porto Alegre** — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Depto. de Bioquímica, Inst. de Biociências, tel.: 27-5547 (Brazília Catharina de Souza); **Porto Velho** — Universidade de Rondônia, tel.: 221-5045 (Sebastião Luiz dos Santos); **Recife** — Praça das Cinco Pontas 321 (CNPq-ANE), São José, tel.: 224-8511 (Luiz Antonio Marcusch); **Rio Claro** — Universidade do Estado de São Paulo, C.P. 178, tel.: 34-0244 ramal 28 (Maria Neysa S. Stort); **Rio de Janeiro** — Av. Venceslau Braz 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Vanilda Paiva); **Salvador** — Universidade Federal da Bahia, Vale do Canela, tel.: 245-7636 (Inaí Maria M. de Carvalho); **São Luís** — Universidade Federal do Maranhão, Programa de Imunologia, Bl. 3 s/3A Campus Universitário do Bacanga, tel.: 222-1529 (Othon C. Bastos); **São Paulo** — Universidade de São Paulo, Depto. de Biologia, Inst. de Biociências, C.P. 11461, tel.: 210-2122 ramal 272 (Alido Malavasi Filho); **Teresina** — Universidade Federal do Piauí, Depto. Biomédico SG-1, Centro de Ciências da Natureza, Campus Ininga, tel.: 232-1212 ramal 289 (Ana Zélia C. L. Castelo Branco); **Vitória** — Universidade Federal do Espírito Santo, Depto. de Ciências Fisiológicas, C.P. 780, tel.: 227-8067 (Luiz Carlos Schenberg).

Tudo que é importante fica na memória



pc2001

pcpaq

XT2002

A Microtec fabrica a linha completa de microcomputadores de 16 bits, compatíveis com a linha IBM-PC, e fornece-os com expansões que permitem cobrir desde as mais simples aplicações, com o PCPAQ, até as mais complexas, com o MAT286.

As Configurações Básicas dos computadores Microtec, já suficientes para as aplicações corriqueiras, podem ser expandidas com placas, módulos de hardware e software, além de periféricos para cumprir funções mais avançadas, em ambientes com vastas memórias internas e de massa, multi-usuários, rede local ou conexão com mainframes.

CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA CENTRAL

característica	PC2001	XT2002	PCPAQ	MAT286
compatibilidade	IBM-PC	IBM-PCxt	IBM-PC	IBM-PCAT
microprocessador	8088	8088	8088	80286
co-processador aritmético	8087	8087	8087	80287
barramento (bits)	8 (1)	8 (1)	8 (1)	16/8
freqüência (Mhz)	4.77	4.77/8	4.77	6/8
chaveamento		chave		teclado
canais DMA	4	4	4	7
níveis de interrupção	8	8	8	16
memória (KBytes) (1)				(2)
ROM	8 a 48	8 a 48	8	32
RAM sem expansão	512	768	256	768
RAM com expansão	1024	1024	1024	16384

controlador de drives de meios magnéticos

	PC2001	XT2002	PCPAQ	MAT286
discos flexíveis 5¼"	2 x 360 KB	2 x 360 KB	2 x 360 KB	2 x 360 KB/1.2 MB
discos rígidos		2 x 10 a 140 MB		2 x 10 a 140 MB
fita back-up		10 MB		10 MB

característica	PC2001	XT2002	PCPAQ	MAT286
controlador de vídeo com caracteres acentuados e multitons				
texto (linhas x colunas)	25 x 80	25 x 80	25 x 80	25 x 80
	25 x 40	25 x 40	25 x 40	25 x 40
	8 cores	8 cores	8 cores	8 cores
gráfico (linhas x colunas)	200 x 320	200 x 320	200 x 320	200 x 320
	200 x 640	200 x 640	200 x 640	200 x 640
	2 cores	2 cores	2 cores	2 cores
saídas	RGB	RGB	RGB	RGB
	composto	composto	composto	composto

interfaces

	PC2001	XT2002	PCPAQ	MAT286
assíncrona RS232C	sim	sim	—	sim
paralela Centronics	sim	sim	sim	sim
fonte de alimentação	80	150	120	200
chaveada interna (w)				

teclado destacável com acentuação tipo máquina de escrever e tecla Ç

	PC2001	XT2002	PCPAQ	MAT286
número de teclas	82	82	82	85
caracteres do buffer	15	15	15	24
monitor de vídeo multitonar em fósforo verde 18 Mhz	12"	12"	9" (interno)	12"
sistema operacional	DOS86	DOS86	DOS86	DOS286
compatibilidade MSDOS	2.11	2.11	2.11	3.0
compilador	C	C	C	C
dimensões (larg. x prof. x alt.)/cm	49 x 63 x 44	49 x 65 x 44	43 x 52 x 35	53,7 x 68,5 x 44,4
peso (kg)	19	19	16,6	21

(1) o Sistema Operacional reconhece apenas os 704 KB iniciais; a tecla é mapeada entre 736 e 752 KB; a faixa entre 832 e 960 KB pode ser usada por discos virtuais ou software especial.

(2) MAT286 é fornecido com bateria de retenção da configuração do sistema.



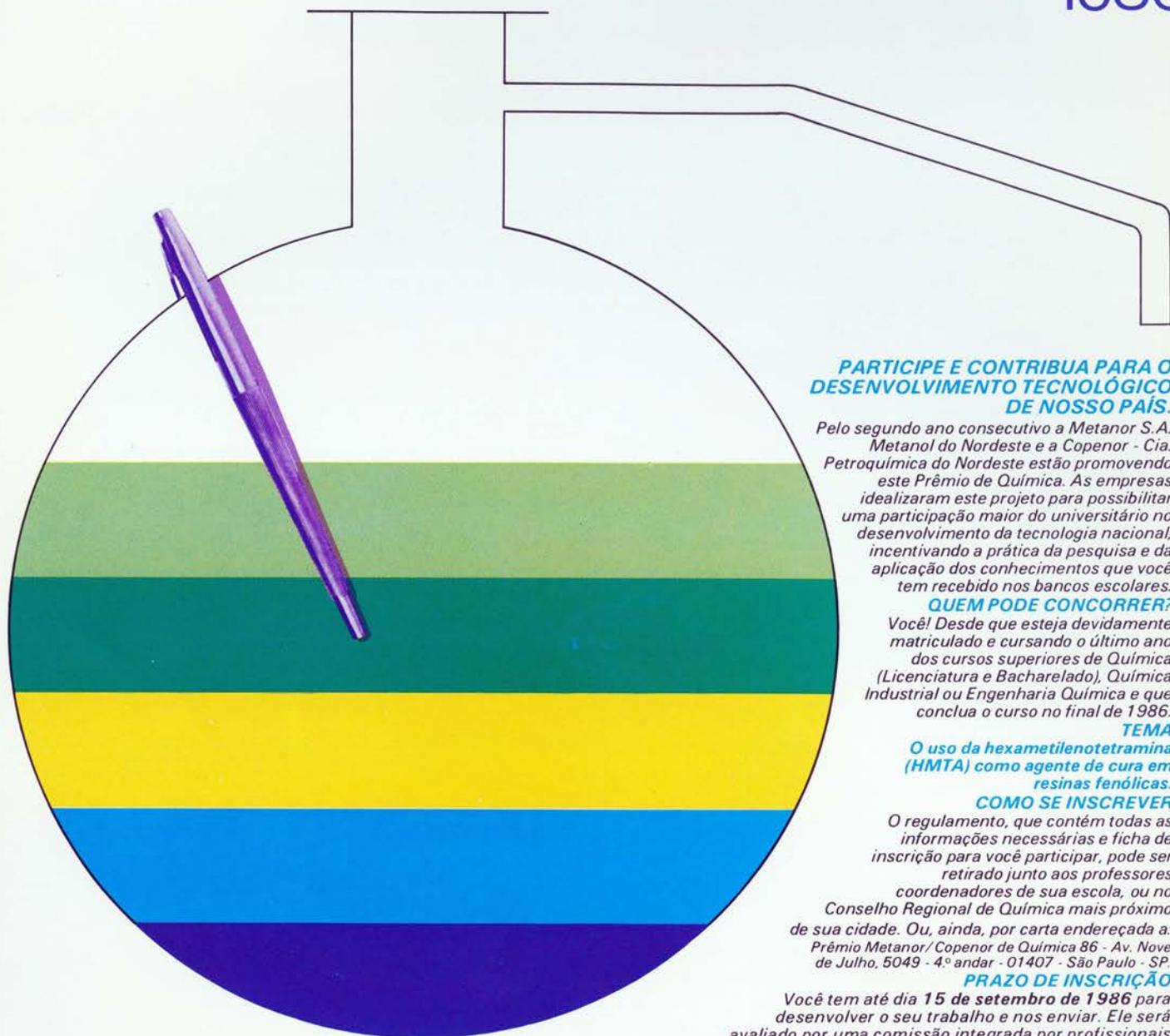
DIVISÃO DE MARKETING:
Rua Stella, 515 – Bloco A Cj. 21
Vila Mariana – São Paulo – SP – CEP 04011
Tel.: (011) 549-8366 (tronco-chave)
Telex: (011) 54131 MTXT-BR

FÁBRICA:
Rua Engº Jorge Oliva, 111 – 173
Vila Mascote – São Paulo – SP –
Tel.: (011) 542-5100 (PABX)
CEP 04362

CENTROS REGIONAIS DE SUPORTE:
BRASÍLIA (DF) – Tel.: (061) 272-3735
SALVADOR (BA) – Tel.: (071) 233-1950

PRÊMIO METANOR/COPENOR DE QUÍMICA

1986



PARTICIPE E CONTRIBUA PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE NOSSO PAÍS.

Pelo segundo ano consecutivo a Metanor S.A. Metanol do Nordeste e a Copenor - Cia. Petroquímica do Nordeste estão promovendo este Prêmio de Química. As empresas idealizaram este projeto para possibilitar uma participação maior do universitário no desenvolvimento da tecnologia nacional, incentivando a prática da pesquisa e da aplicação dos conhecimentos que você tem recebido nos bancos escolares.

QUEM PODE CONCORRER?

Você! Desde que esteja devidamente matriculado e cursando o último ano dos cursos superiores de Química (Licenciatura e Bacharelado), Química Industrial ou Engenharia Química e que conclua o curso no final de 1986.

TEMA

O uso da hexametilenotetramina (HMTA) como agente de cura em resinas fenólicas.

COMO SE INSCREVER

O regulamento, que contém todas as informações necessárias e ficha de inscrição para você participar, pode ser retirado junto aos professores coordenadores de sua escola, ou no Conselho Regional de Química mais próximo de sua cidade. Ou, ainda, por carta endereçada a: Prêmio Metanor/Copenor de Química 86 - Av. Nove de Julho, 5049 - 4.º andar - 01407 - São Paulo - SP.

PRAZO DE INSCRIÇÃO

Você tem até dia 15 de setembro de 1986 para desenvolver o seu trabalho e nos enviar. Ele será avaliado por uma comissão integrada por profissionais e empresários que atuam na área referente ao tema do prêmio.

O QUE VOCÊ GANHA COM ISSO?

Se for o vencedor, receberá uma quantia em dinheiro no valor de Cz\$ 15.000,00 e um estágio em 30 dias nas fábricas da Metanor e da Copenor, em Camaçari, na Bahia. Se você for o segundo classificado, poderá optar pelo prêmio em dinheiro, no valor de Cz\$ 10.000,00, ou pelo estágio de 30 dias nas fábricas das empresas. E se você for o terceiro classificado, também poderá optar pelo prêmio em dinheiro no valor de Cz\$ 5.000,00, ou pelo estágio de 15 dias.

E OS PROFESSORES?

Os professores orientadores dos três primeiros trabalhos classificados farão uma visita às fábricas da Metanor/Copenor, na Bahia, com direito a levar acompanhante.

APOIO:



CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA

ABIQUIM

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E DE PRODUTOS DERIVADOS

Caro leitor

“...Hoje é uma data de significação muito especial para nós, os dez antigos membros desta instituição que, com os direitos políticos cassados por força do Ato Institucional nº 5 e compulsoriamente aposentados pelo governo militar que dirigiu o Brasil por mais de duas décadas, dela fomos afastados em abril de 1970. E agora, passados 16 anos, ela, de braços abertos, festivamente, nos recebe de volta.

Fomos afastados após sucessivos inquéritos civis e militares, sem que tivéssemos conhecimento de formação de culpa apurada mediante depoimentos, apesar dos longos anos que decorreram entre a finalização dos inquéritos e o decreto de nossas cassações. Sabíamos, por portas traveiras, que alguns dos responsáveis pela condução dos inquéritos não consideravam culposas as averiguações realizadas sobre nós, apesar dos meses decorridos na tomada dos depoimentos de uma longa série de membros de nossa instituição. Mas, no suceder dos vários generais no poder supremo, sabíamos que pesava sobre nós o espectro das cassações. Podemos dizer, parodiando um dos livros de García Márquez, que foi a ‘crônica de uma cassação a ser anunciada’...”

Foram estas as palavras iniciais do discurso de Haity Moussatché — um dos dez cientistas reintegrados à Fundação Oswaldo Cruz — na cerimônia que, no dia 15 de agosto, marcou o regresso do grupo. Cerimônia simbólica de um novo tempo, tempo de reparar injustiças, recuperar a memória, devolver à ciência os seus mestres.

Hoje a ciência já não é uma atividade subversiva. É mesmo considerada prioritária, e o governo pretende dedicar-lhe, nos próximos dois anos, uma dotação orçamentária equivalente a 2% do produto nacional bruto. Considerando que hoje ela recebe apenas 0,5% do PNB, trata-se de um progresso significativo.

Saberá a ciência brasileira corresponder às expectativas da sociedade?

Saúde, educação e alimentos são metas de governo para cuja consecução a ciência e a tecnologia nacionais poderão dar contribuições valiosas. Não devemos, porém, esperar soluções milagrosas para esses problemas, que têm raízes e causas profundas em nossa sociedade. A ciência já deu respostas, há muito tempo, a muitos dos desafios da saúde ou da produção de alimentos; a antropologia e as ciências sociais têm oferecido importantes subsídios para a solução dos problemas da violência, ou da expansão da fronteira agrícola. Razões de ordem política, no entanto, que são determinantes para viabilizar a utilização dessas contribuições, nem sempre o fazem.

É preciso observar também que, nos governos militares, a ciência e a tecnologia foram pensadas como mero apêndice da política industrial. A pesquisa básica foi de fato abandonada, tanto nas ciências da natureza como nas ciências do homem. Hoje, em consequência disso, contamos com um número muito reduzido de cientistas e de laboratórios capazes de assegurar a realização das pesqui-

sas e a formação dos técnicos indispensáveis à implementação de programas sociais.

Para que se reduza a distância entre o discurso e a prática do governo, deve ser promovido com decisão um programa de desenvolvimento dos centros de pesquisa básica e de formação de pesquisadores e técnicos. Esta, que deveria ser a principal meta de nossa política científica e tecnológica, é condição necessária para que os futuros investimentos possam ser utilizados em bases sólidas.

Era este, aliás, o programa dos pesquisadores que se viram, por 16 anos, impedidos de trabalhar em instituições ligadas ao governo. E talvez sua obstinação em defendê-lo tenha sido a principal causa de suas cassações.

Em outro trecho de seu discurso, disse Haity Moussatché: “...A dependência do Instituto Oswaldo Cruz para com o Ministério da Saúde, com encargos na produção de medicamentos para uso terapêutico e profilático, absorvia sensível porcentagem do orçamento, em detrimento da pesquisa científica. Uma situação que passou a ser um divisor de águas: os que pensavam que o Instituto deveria permanecer com os encargos solicitados pelo Ministério da Saúde, praticamente alheio às investigações científicas em desenvolvimento, e os que desejavam separar conceitual e administrativamente as duas funções exercidas pela instituição...”

Por outro lado, o fim da guerra de 1939-1945 trouxe, em seu desenrolar, uma prova a mais, aos governos de todos os países, da importância da pesquisa científica no futuro próximo e distante das nações desenvolvidas e, principalmente, subdesenvolvidas. Muito especialmente, o massacre sofrido por Hiroxima e Nagasaki impôs-se à consciência da comunidade científica de todo o mundo, com a responsabilidade inalienável que deveriam assumir todos os cientistas. Para os que trabalhavam no que passou a ser chamado o Terceiro Mundo, em que estava incluído o Brasil, era necessário unir esforços para acelerar o progresso científico, como uma das bases fundamentais para atingir o bem social e humano procurado, fazendo sentir ao governo que deveríamos ser ouvidos no mais alto nível político.

Em colaboração com pesquisadores de outras instituições científicas do país, passamos a fazer parte dos que propunham a criação do ministério da ciência e da tecnologia, do qual o Instituto poderia vir a ser uma das instituições componentes. Digamos, de passagem, que nossa atitude passou a ser considerada subversiva por alguns porque subverteríamos uma atividade já tradicional no Instituto, embora já fosse extemporânea. Hoje, no novo governo, o Ministério da Ciência e Tecnologia é uma realidade.

Por essas nossas posições, já estávamos marcados antes do golpe militar de 1964...”

A reintegração dos mestres significa também, para nós, o dever de recuperar seu programa e seus ideais.

Os Editores

O enigma do potiquiquiá

A lagosta *Panulirus echinatus*, identificada por Sidney I. Smith a partir de espécies coletadas pelo geólogo canadense Charles Frederick Hartt nos arrecifes de Pernambuco, no século passado, intrigava os biólogos marinhos até bem pouco tempo. Conhecido como “lagostinho” pelos pescadores do Nordeste do Brasil, esse tipo de lagosta sempre chegava às mãos dos especialistas já preservado em álcool ou formol, razão pela qual sua coloração vermelho-vinho salpicada de pontos brancos ainda não fora corretamente descrita. Só em 1961 o carcinologista Lipke B. Holthuis estabeleceu sua classificação, diferenciando-a da espécie irmã, *Panulirus guttatus*.

Ao descobrir um comportamento curioso dos machos dessa espécie — que, em sua distribuição geográfica, forma verdadeiras subpopulações em determinadas regiões mais profundas —, resolvi mergulhar em mares e bibliotecas, buscando determinar a história natural da lagosta *Panulirus echinatus*. Foi, no entanto, um relato do cronista português Gabriel Soares de Sousa, escrito há 400 anos, que me indicou seu habitat preferencial e os métodos adequados à sua pesca: “Aos lagostins chamam o genio potiquiquiá; os quais são da maneira das lagostas, mas mais pequenos alguma coisa e em tudo o mais têm a mesma feição e feitio; e criam-se nas concavidades dos arrecifes, onde se tomam em conjunção das águas-vivas muitos; e em seu tempo, que é nas marés de lua nova, estão melhores que na lua cheia, na qual estão cheios de corais muito grandes as fêmeas, e os machos gordos, e para se tomarem bem estes lagostins, há de ser de noite, com fachos de fogo.”

O relato era preciso. Em agosto de 1980, na companhia do pescador José Mesquita dos Santos, e sob sua orientação, saí de Jangadinha numa noite escura de lua nova, em Coruripe, Alagoas, para pescar nos arrecifes, a um quilômetro da praia. Conduzíamos fachos de fogo. Em duas horas, capturamos 400 lagostas. Mas estávamos em Alagoas, as observações de Gabriel Soares de Sousa referiam-se à Bahia e, até 1980, todos os registros da espécie tinham sido feitos ao norte de Pernambuco. E ainda mais: “potiquiquiá” era nome do palinurídeo descrito pelo naturalista George Marcgrave e muito mal ilustrado por uma xilogravura na sua *Historia naturalis Brasiliae*.

Resolvi, então, refazer os roteiros de Hartt e do geólogo norte-americano John Carper Brenner, revisitando incontáveis recifes de arenito por eles estudados ao longo do litoral brasileiro, de Natal a Cabo Frio. Em noites de lua nova ou lua cheia, a lagosta *P. echinatus* sai das concavidades que habita e passeia sobre as pedras, a um palmo de profundidade. Todo recife de pedra que visitei servia de habitat para a espécie, cuja população estável localiza-se a até cinco metros de profundidade.

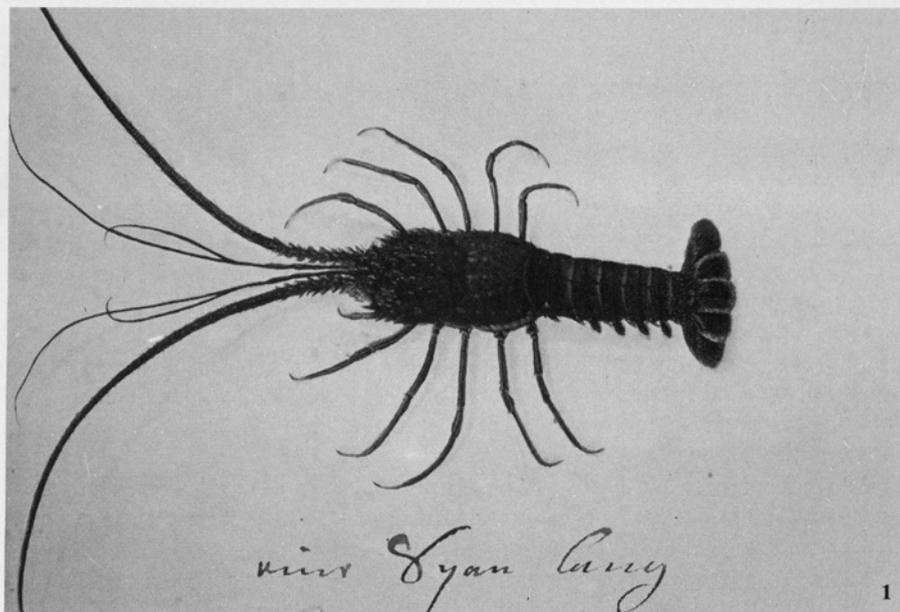
A partir dessa constatação, era preciso reavaliar, por um lado, as importantes descrições que fizera C. Spence Bate das lagostas obtidas pela famosa expedição do *H.M.S. Challenger*, que passou pelo penedo de São Pedro e São Paulo, no litoral do Ceará, em 1873; por outro, os estudos ecológicos realizados em 1979 pelos zoólogos mergulhadores ingleses Alasdair Edwards e Roger Lubbock durante a “Cambridge Expedition to the St. Paul’s Rocks”.

Em 1982, empregado como mergulhador do navio oceanográfico francês *Capricorne*, para instalar um mareógrafo nessa rocha infestada de tubarões, obtive licença do comandante para fazer minha captura de *P. echinatus*, a única espécie de lagosta desses penedos. A coleta foi de grande valia para a solução de problemas ligados à variação intraespecífica e zoogeográfica da espécie, e os resultados dos estudos feitos foram publicados na revista holandesa *Crustaceana* — *International Journal of Crus-*

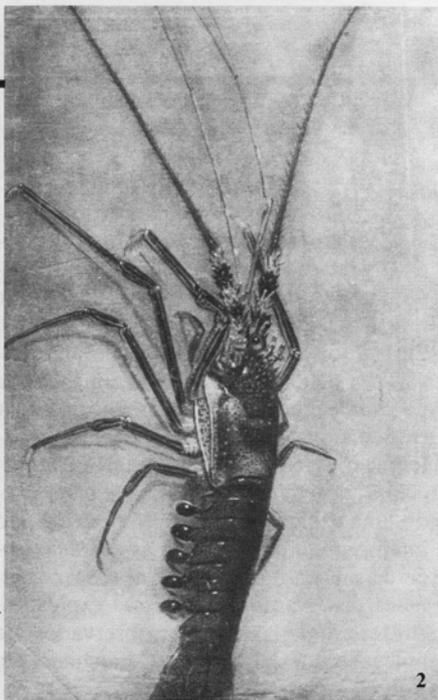
tacean Research n° 51, 1986. O material biológico encontra-se quase todo na coleção de crustáceos do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Quanto ao espécime de Marcgrave, evoquei, numa discussão com Holthuis, o ditado “pela pata se conhece o leão”, em alusão à descrição feita pelo naturalista: “Cada um (dedo) tem uma unha curva, aguda, coberta de muitos pêlos amarelados, como um pincel de pintores” (grifo nosso). Entretanto, a ilustração da *Historia naturalis Brasiliae* não exhibe sulcos transversais (interrompidos na linha mediana) nos segmentos abdominais. No entender dos sistematistas José Fausto Filho e Airton F. da Costa, da Universidade Federal do Ceará — que identificaram o exemplar como *Panulirus laevicauda*, espécie desprovida de sulcos —, Marcgrave jamais os teria omitido se os tivesse observado.

Nessa altura, esbarrei com o artigo “Arte e ciência no Brasil holandês”, de Petronella Albertin e Tales Faria, publicado em *Ciência Hoje* n° 15. Tendo entrado em contato com Petronella, visitei sua coleção de gravuras de Maurício de Nassau. Lá estava o original (figura 1) que servira de base à xilogravura da lagosta que ilustra o livro de Marcgrave, infelizmente só publicado após a sua morte. Confirmando a opinião de Fausto Filho e Airton Costa, Marcgrave não omitira os sulcos abdominais, que aparecem com a famosa interrupção na linha mediana, nem a cor marrom salpicada de pontos claros. A outra estampa, de Albert Eckhout (figura 2), tam-



1
foto cedida pelo autor



bém é da *Panulirus echinatus*.

Desta vez, Holthuis concordou com a identificação. Resta apenas uma discordância entre nós quanto às estampas de lagostas do século XVII. Holthuis acredita que Marcgrave conheceu as espécies citadas pelo exame das aquarelas da chamada “série de Leningrado”, hoje parte do acervo da Academia de Ciências de Leningrado. Após examinar as fotocópias dessa série existentes nos arquivos da Pró-Memória, órgão do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, no Rio de Janeiro, creio poder concluir que as estampas só podem representar a lagosta *Panulirus echinatus*, talvez até o mesmo espécime.

Essa experiência permitiu-me chegar a algumas conclusões: o habitat preferencial e

o comportamento da espécie foram corretamente descritos por Gabriel Soares de Sousa, em 1587, e sua pesca ainda hoje é praticada da maneira registrada pelo cronista. A espécie teria sido bem caracterizada em 1648, não fosse a morte prematura de Marcgrave; a estampa que ilustra seu livro seria considerada um “espécime tipo”. Por fim, a leitura das obras de Hartt e Brenner levaram-me a confirmar, com prazer, que as indicações de Gabriel Soares de Sousa para a Bahia são válidas para todo o litoral brasileiro.

Márcio Luiz Vianna

Departamento de Meteorologia e Oceanografia,
Instituto de Pesquisas Espaciais

ticorpos altamente específicos contra os diferentes sorotipos de rotavírus.

A existência de anticorpos monoclonais contra sorotipos específicos permitiria a “tipagem” sorológica direta a partir da amostra fecal. Seria assim suplantada a dificuldade, até hoje existente, do cultivo de rotavírus humanos em cultura de células, etapa indispensável à caracterização bioquímica dos antígenos responsáveis pelos diferentes sorotipos. Estudos paralelos realizados pelo mesmo grupo — a que se somaram outros colaboradores, que trabalharam na Universidade do Ruhr-Bochum — levaram à produção de anticorpos monoclonais anti-SA 11, ou seja, contra rotavírus de macaco do sorotipo 3. Um dos anticorpos monoclonais reagiu com rotavírus humanos do sorotipo 3 (cepa Ito). A caracterização da prevalência de diferentes sorotipos, à semelhança dos vírus da poliomielite, da influenza e da dengue, por exemplo, são fundamentais para uma definição de estratégias de vacinação e de padrões clínicos e epidemiológicos dessas e de outras doenças infecciosas.

A competência técnico-científica que permitiu este trabalho poderá dar lugar a atividade permanente voltada para a produção de novos reagentes imunobiológicos. A população do Nordeste seria, sem dúvida, o grande beneficiário do desenvolvimento dessa biotecnologia na região.

Clyton Antônio de P. Houly

Centro de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Alagoas

José Ajax Nogueira-Queiroz

Departamento de Patologia e Medicina Geral,
Universidade Federal do Ceará

Hibridomas do Nordeste

O desenvolvimento da técnica de produção de anticorpos monoclonais a partir de células híbridas — ditas hibridomas —, valeu o Prêmio Nobel de Medicina de 1984 a Cesar Milstein, argentino, e George Köhler, alemão. Os anticorpos são, essencialmente, moléculas especializadas no reconhecimento de outras. A produção em laboratório de quantidades ilimitadas de anticorpos capazes de reconhecer um único determinante antigênico — a parte do material estranho que deflagra a resposta imune — tem aplicações nos mais diversos campos da biologia e da medicina.

Na técnica criada por Milstein e Köhler, fundem-se (hibridizam-se) uma célula neoplásica (tumoral) e um linfócito B (os linfócitos B e T são os principais constituintes do sistema imune dos vertebrados) obtido de um animal (camundongo ou rato, em geral) imunizado com o antígeno contra o qual se deseja obter o anticorpo. A célula híbrida resultante da fusão (hibridoma) herda da célula neoplásica a capacidade de crescer continuamente e, do linfócito B, a de secretar anticorpos. Como se origina de uma única célula B, produz um só tipo de anticorpo, equivalente ao produzido por uma única linhagem, ou clone, de célula B. Por isso é chamado anticorpo monoclonal. Esta é uma descrição sumária. Artigos e notícias publicados em *Ciência Hoje* tratam em maior detalhe dos fundamentos ou de aplicações dessa tecnologia. Entre eles, “Reconhecer a si próprio: idéias para uma nova imunologia” (nº 7); “Nobel de medicina” (nº 15, p.12); “Malária, a vacina é possível”, em especial o boxe “A

produção de anticorpos monoclonais” (nº 16) e “O Leitor Pergunta” (nº 20).

A técnica, que completou dez anos em 1985, já é dominada por muitos laboratórios brasileiros, sobretudo nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Uma das finalidades com que tem sido utilizada é a caracterização de proteínas celulares de parasitos que ocorrem endemicamente no Brasil.

Conscientes da importância dos anticorpos monoclonais como reagentes para fins diagnósticos e para a análise bioquímica de agentes infecciosos, uma equipe de pesquisadores reunida em Maceió, no Laboratório de Pesquisas em Virologia e Imunologia (Lapevi), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), produziu, em caráter preliminar, anticorpos monoclonais contra rotavírus humanos da cepa Wa. O trabalho, realizado por Silvana A. M. Santiago, da UFAL, Hermann Werchau, da Universidade do Ruhr-Bochum (Alemanha Ocidental) e por nós, foi basicamente financiado pela Fundação Volkswagenwerk.

A produção de anticorpos monoclonais específicos anti-rotavírus vem ao encontro de uma necessidade dos pesquisadores não só de Alagoas, como de todo o Nordeste: a de melhor caracterizar os rotavírus circulantes na região. Estudos realizados em Maceió mostraram que pelo menos 20% dos quadros de diarreia infantil são causados por rotavírus.

A obtenção de anticorpos monoclonais anti-rotavírus da cepa Wa (sorotipo 1) é parte da estratégia de obtenção desses an-

A supernova em NGC5128

No início de maio, o australiano Robert Evans, astrônomo amador, descobriu a sétima supernova deste ano (SN1986G), na galáxia NGC5128. Evans é recordista na descoberta desses objetos: encontrou, até o momento, 11 supernovas, nove das quais nos últimos dois anos. Sua técnica consiste em examinar toda noite, com um telescópio de 25 centímetros construído por ele próprio, grande número de galáxias, procurando comparar os mapas existentes para cada uma com o que observa ao telescópio. A presença, não registrada nos mapas, de uma estrela próxima a qualquer galáxia é o primeiro indício de que está diante de uma supernova. Um contato com o Observatório Anglo-Australiano permite-lhe verificar se o objeto estranho é uma supernova ou outro fenômeno, como um asteroide do nosso sistema solar que estivesse por acaso naquela posição. Na fi-

gura 1, (a) mostra uma vista geral da galáxia NGC5128, com a supernova assinalada; (b) e (c) mostram um detalhe das vizinhanças do local onde a supernova apareceu. As fotos foram tomadas em épocas diferentes, uma antes e outra depois da ocorrência do fenômeno.

A descoberta da supernova em NGC5128 tem grande relevância, dadas as características peculiares tanto da nova estrela em si como da galáxia mãe. Uma delas pode ser observada na figura mencionada: uma densa camada de poeira encobre a região mais central da galáxia. Além disto, NGC5128 é a galáxia mais próxima de nós que contém um núcleo ativo, isto é, uma fonte central compacta e muito potente de radiação eletromagnética. Sendo uma fonte intensa de ondas de rádio, é muitas vezes chamada de Centaurus-A, nome com que foi inicialmente catalogada pelos radioastrônomos.

Quanto ao fenômeno supernova propriamente dito, está bem estabelecida sua relação com os estágios finais da vida das estrelas (ver "Nascimento, vida e morte das estrelas", em *Ciência Hoje* n° 2). Há dois tipos de explosão de supernova. Um deles ocorre quando uma estrela de grande massa já não consegue produzir em seu interior energia suficiente para sustentar o peso das camadas mais externas, colapsando de modo violento e produzindo uma explosão cujo brilho pode ser tão intenso quanto o de todas as outras estrelas da galáxia mãe juntas. Em 1054, os chineses observaram uma dessas explosões, cujos vestígios podem ser observados até hoje no céu: a nebulosa do Caranguejo, em Touro.

As explosões de supernova não redundam necessariamente na aniquilação da estrela progenitora. Sabemos que, na nebulosa do Caranguejo, a explosão deixou uma estrela de nêutrons, que gira 33 vezes por segundo e que, em razão de um intenso campo magnético, produz pulsos periódicos de raios-X, luz visível e ondas de rádio, de modo análogo àquele como um farol marítimo emite seu feixe de luz. Esse tipo de corpo celeste é chamado de pulsar.

Uma supernova pode ainda resultar de outro processo, que foi provavelmente o gerador de SN1986G: a transferência de matéria entre os componentes de um sistema binário. Nossa galáxia contém grande número de binárias desse tipo, formadas por uma anã branca que "suga" constantemente o gás de uma estrela companheira (ver "A nova estrela binária e a relatividade", em *Ciência Hoje* n° 20, p.6). Como há um limite para a massa que uma anã branca pode ter sem colapsar sob sua própria gravidade, o contínuo acúmulo de matéria proveniente da estrela companheira no sistema binário pode fazer com que seja atingido o ponto crítico, do que decorre uma grande explosão.

Esta hipótese tem o mérito de explicar porque muitas supernovas (entre elas a de NGC5128) têm exatamente a mesma curva de desenvolvimento do brilho em função do tempo. Há mesmo evidência estatística de que o pico de luminosidade é sempre igual. Como as explosões de supernovas são muito energéticas, podendo ser vistas em galáxias distantes, os astrônomos têm em seu poder uma valiosa ferramenta para medir distâncias em escala intergaláctica: basta comparar o brilho aparente da supernova com o brilho padrão. Quanto mais distante estiver a supernova (e a

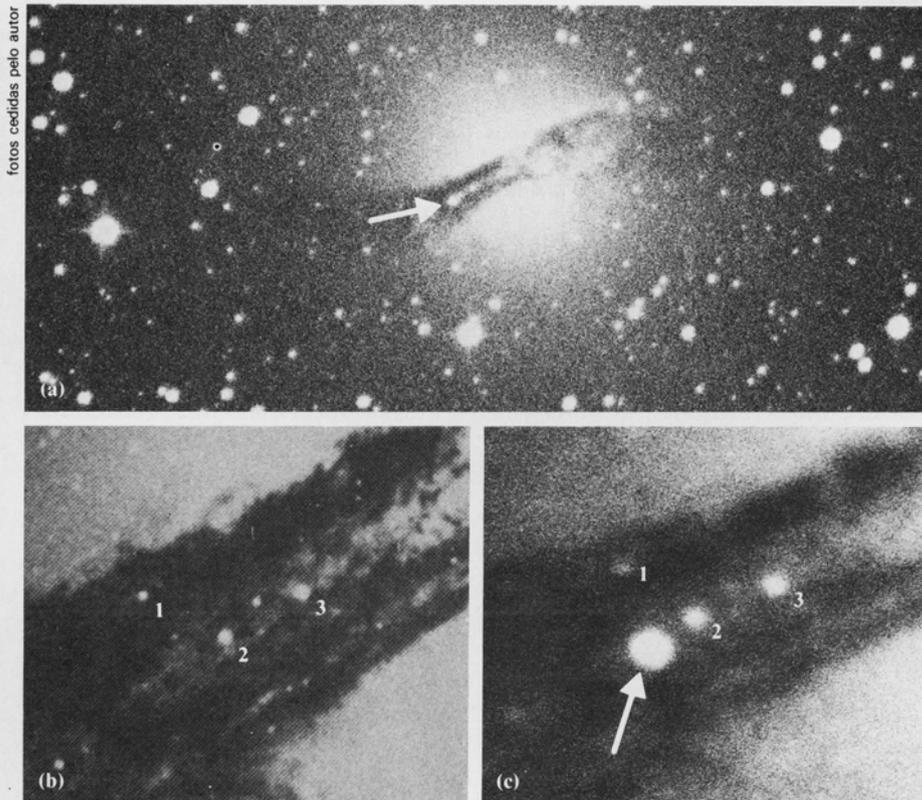


Fig. 1. (a) Fotografia de NGC5128 obtida com o telescópio Ross de 30 cm do Laboratório Nacional em Astrofísica (LNA) em 5/06/1986. Emulsão IlaO hipersensibilizada + filtro CG395. Exposição: 30 minutos. Observador: R. P. Campos. A seta indica a posição da supernova. As demais estrelas que aparecem no foto pertencem à nossa galáxia. (b) Detalhe da região em que explodiu a supernova, fotografada através de telescópio de 4 m de Cerro Tololo (Chile) em novembro de 1978. (c) A mesma região, fotografada por R. P. Campos em 8/06/1986 com o telescópio Zeiss de 60 cm do LNA. Emulsão IlaD hipersensibilizada e tubo intensificador de imagem. Exposição: um minuto. A seta indica a supernova. As estrelas marcadas (1, 2 e 3) podem ser vistas também em (b).

É hora de investir.



O BNDES investe em quem investe.

O BNDES tem um compromisso com os grandes, médios e pequenos empresários do País: apoiar todos os projetos de investimento que atendam às necessidades da economia brasileira, gerem empregos e propiciem modernização tecnológica.

Para isso o BNDES pratica as menores taxas de juros de todo o sistema financeiro nacional, opera com os prazos mais longos e atua em todo o País, através de sua rede de agentes financeiros, formada pelos Bancos de Desenvolvimento e Bancos de Investimento.

galáxia mãe), menor será o brilho aparente no máximo de luminosidade.

O telescópio de 1,60 metro do Laboratório Nacional em Astrofísica (Brasópolis, MG) possibilitou-nos realizar medidas fotométricas da SN1986G antes e depois do máximo de brilho. Nossas medidas, expressas na figura 2, combinadas com as obtidas por observadores no Chile, permitem estabelecer com boa precisão a época e a intensidade do máximo de brilho da supernova. A hipótese de que todas as supernovas têm igual brilho intrínseco permitiu-nos calcular a distância entre nossa galáxia e NGC5128.

Considerando que uma fração da luz

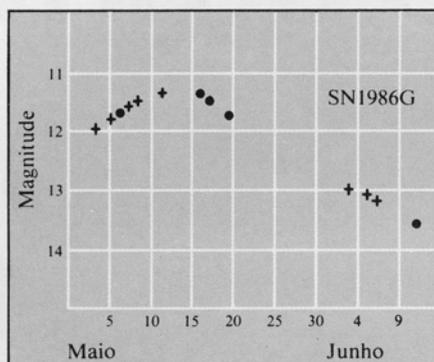


Fig. 2. Brilho da supernova em função do tempo. Os pontos representam medidas realizadas por F. Jablonski, utilizando o telescópio de 1,60 m do LNA. As medidas permitem afirmar que o brilho máximo dessa estrela ocorreu por volta do dia 12 de maio, chegando à magnitude 11,4.

proveniente da supernova é absorvida pelo gás e a poeira existentes tanto na nossa galáxia como na galáxia mãe, avaliamos a distância em sete milhões de anos-luz. Este resultado é muito interessante, pois indica que NGC5128 está praticamente à metade da distância calculada por outros métodos. Por outro lado, conclui-se que — não fosse a poeira da galáxia mãe, que a obscurece —, a supernova seria brilhante o suficiente para ser vista com binóculos.

Francisco Jablonski

Instituto de Pesquisas Espaciais

Rodrigo Prates Campos

Laboratório Nacional em Astrofísica, CNPq

V1082 Sgr: um novo pulsar óptico

Em 1981, logo após a inauguração do telescópio de 1,60 metro do Laboratório Nacional em Astrofísica (LNA), situado em Brasópolis (MG), foi encontrado, com esse aparelho, o pulsar óptico V1223 Sagitarii. A descoberta causou sensação, pois, até então, só fora identificado um objeto com as mesmas características: pulsante, emitindo com grande amplitude tanto na faixa dos raios-X como na da luz visível.

Os períodos dos dois objetos eram semelhantes (13 e 14 minutos), e ambos exibiam uma característica interessante: o período em raios-X e o período óptico, embora estritamente constantes, não eram iguais. De fato, o batimento entre eles é igual ao período orbital do sistema binário em que se encontram: uma anã vermelha que gira em torno de um objeto compacto (anã branca ou estrela de nêutrons) altamente magnetizada (ver “A nova estrela binária e a relatividade”, em *Ciência Hoje* n° 20, p. 6). A descoberta de V1223 Sgr foi realizada por Francisco Jablonski, Ivan Cláudio Busko e por mim.

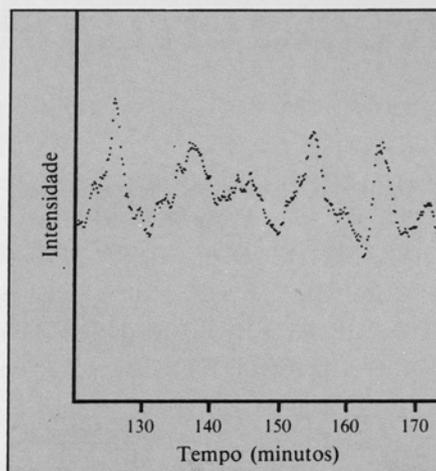
Pouco tempo depois, com Joseph Patterson, da Universidade de Colúmbia (Nova Iorque), descobri o terceiro pulsar óptico, FO Aquarii. Em 1984, uma equipe da Universidade de Leicester (Inglaterra) encontrou o quarto. Todos, até então, tinham sido descobertos a partir da emissão de raios-X duros.

No início de 1985, iniciamos uma pesquisa com a finalidade de descobrir outros objetos da mesma classe com métodos puramente ópticos. A equipe — formada por Deonísio Cieslinski, do Instituto Astronômico e Geofísico da Universida-

de de São Paulo, Jablonski e eu, ambos do Instituto de Pesquisas Espaciais — selecionou cerca de 700 estrelas que, a longo prazo, apresentaram variabilidade irregular, característica marcante dos pulsares ópticos. Passamos então a medir as cores de cada uma dessas estrelas, em busca de uma cor anômala, o que também é típico dos objetos que buscávamos.

Em junho último, após medir a cor de 350 estrelas, finalmente deparamos com o objeto V1082 Sagitarii, cujas cores eram semelhantes às dos quatro já incluídos na classe em estudo. Uma monitoria com o telescópio de 1,60 metro do LNA logo mostrou que de fato se tratava de um pulsar óptico, com um período de cerca de dez minutos e grande amplitude (ver figura).

Para confirmar a descoberta, contudo,



Varição, no tempo, da intensidade de emissão de V1082. Notar que seu período tem a duração aproximada de dez minutos.

era necessário obter um espectro eletromagnético do objeto. Este é como uma impressão digital das estrelas, permitindo classificá-las precisamente. Não tendo acesso aos instrumentos de espectroscopia do LNA, realizamos as observações no Observatório Interamericano de Cerro Tololo, no Chile. Nas cinco primeiras noites, a observação foi decepcionante: o objeto não mostrava as características esperadas; tudo o que víamos era uma estrela bastante semelhante ao Sol. Na sexta noite, entretanto, elas surgiram, e permaneceram por três noites.

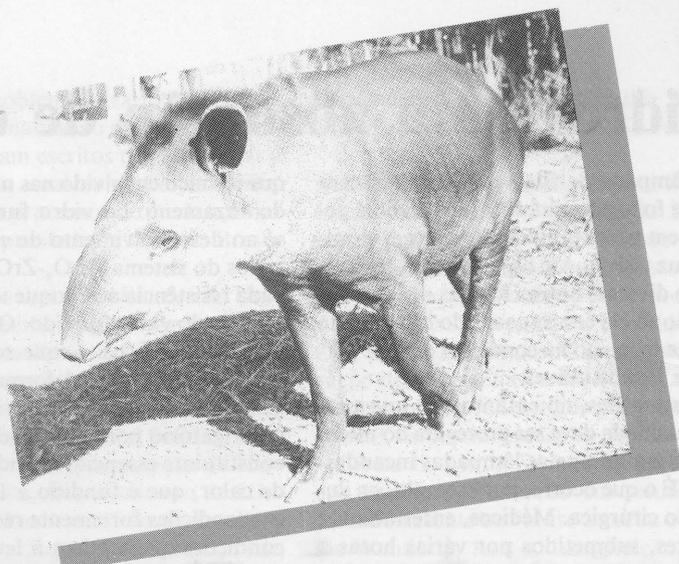
Os dados deste quinto objeto da classe dos “pulsares ópticos lentos” ainda estão em análise. Mas dois aspectos já o diferenciam dos quatro anteriormente identificados: foi descoberto por métodos puramente ópticos e, aparentemente, “acende e apaga” com escala de tempo de dias. Estamos planejando novas observações, na tentativa de explicar esse estranho comportamento. Acreditamos que a causa do fenômeno esteja na transferência de matéria entre os dois objetos do sistema binário, que se “ativa e desativa” por alguma razão ainda desconhecida.

Estariamos, neste caso, diante de um verdadeiro laboratório para o estudo da física da captura de matéria por objetos compactos (anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros). Essa fenomenologia está associada a quasares, binários de raios-X, “novas” e a outros objetos que têm despertado grande atenção dos pesquisadores na última década.

João Steiner

Instituto de Pesquisas Espaciais

ONDE NASCE A FLORESTA...



Toda a orla do grande lago de Itaipu, formado pelo represamento das águas do rio Paraná, na barragem da maior hidrelétrica do mundo, abrigará uma belíssima cortina vegetal, formada principalmente por espécies nativas e frutíferas. A formação dessa grande floresta, além de proteger as águas do reservatório, que serão utilizadas também para abastecer cidades vizinhas, garante a sobrevivência da fauna da região, também protegida pelos refúgios ecológicos criados pela entidade binacional.

A hidrelétrica de Itaipu, que gerará, ao seu final, 12.600.000 kW, consumidos pelos grandes centros urbanos do Sudeste e do Sul, além de ajudar o progresso dessas regiões, preocupa-se com a preservação do meio ambiente e desenvolve todos os projetos e ações destinados a manter o equilíbrio do ecossistema da região de abrangência do reservatório.



Vidros para absorção de calor

A lâmpada de filamento incandescente foi a primeira forma concebida pelo homem para transformar energia elétrica em luz visível. Até hoje, embora tenham surgido diversas outras formas de iluminação, não só ela continua sendo largamente empregada, como há condições em que permanece insubstituível.

Há situações, no entanto, em que a região iluminada deve ser protegida do intenso calor emitido pelas lâmpadas incandescentes. É o que ocorre, por exemplo, na iluminação cirúrgica. Médicos, enfermeiros e pacientes, submetidos por várias horas à iluminação direta dessas lâmpadas, sofreriam grande desconforto, havendo ainda o risco da rápida coagulação do sangue exposto ao calor irradiado. Nesta e em outras aplicações — como na iluminação odontológica, de palcos e vitrines, em projetores de filmes, diapositivos e retroprojetores —, empregam-se filtros de vidro especial, que permitem a passagem da luz de comprimento de onda visível e absorvem praticamente todo o calor (radiação infravermelha) emitido pela lâmpada. Esses vidros podem também vir a ser empregados em janelas de edifícios e automóveis, prolongadamente expostos à iluminação solar intensa.

Todo o vidro desse tipo consumido hoje no Brasil é importado, o que envolve, além de custos elevados, freqüentes embaraços alfandegários, por ser ele confundido com o vidro colorido convencional, cuja importação é proibida.

Ciente do vazio tecnológico existente no país nesse campo, o Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou, em 1983, estudos experimentais, em escala de laboratório, visando o desenvolvimento desses filtros a partir de matérias-primas nacionais. Numa dissertação de mestrado concluída em fevereiro deste ano, um de nós (Joanni) resume a experiência acumulada ao longo de dois anos e meio de pesquisa nessa área de grandes desafios tecnológicos.

A pesquisa, orientada por Zanotto, iniciou-se com uma análise de patentes internacionais e a caracterização físico-química de um vidro importado. Com base nos dados levantados, foram fundidas algumas composições em cadinhos cerâmicos de Al_2O_3 , disponíveis no mercado nacional. Como esses cadinhos não resistiam ao cho-

que térmico envolvido nas múltiplas etapas do vazamento do vidro fundido, passou-se ao desenvolvimento de cadinhos refratários do sistema $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$, de elevada resistência ao choque térmico e à corrosão pelo vidro fundido. O uso desses cadinhos cerâmicos — que resistem a altas temperaturas sem se deformarem e não reagem quimicamente com o vidro líquido — é obrigatório por ser o óxido de ferro um constituinte essencial do vidro absorvedor de calor, que é fundido a 1.450-1.550°C, em condições fortemente redutoras, isto é, condições que tendem a levar os elementos químicos presentes no vidro ao seu estado mais baixo de oxidação. Os cadinhos de platina, normalmente utilizados em fusões de laboratório, são corroídos nessas condições. Essa etapa da pesquisa consumiu aproximadamente um ano.

Com os novos cadinhos e a experiência acumulada das fusões anteriores, passou-se a estudar as condições de fusão (tempo, temperatura e agente redutor) e a composição química do vidro que levassem, simultaneamente, à homogeneização, à eliminação de bolhas (refino) e à transmissão óptica desejada.

O segredo da formulação do vidro absorvedor de calor reside no baixo teor de elementos de transição (tais como cobalto, níquel, cromo e cobre), exceto o ferro, que deve estar presente no estado reduzido Fe^{+2} . Isso representa um desafio considerável, pois, nas indústrias, os vidros são fundidos a aproximadamente 1.500°C ao ar, e, portanto, em condições que facilitam a oxidação do ferro para Fe^{3+} .

Não foram poucas as dificuldades que

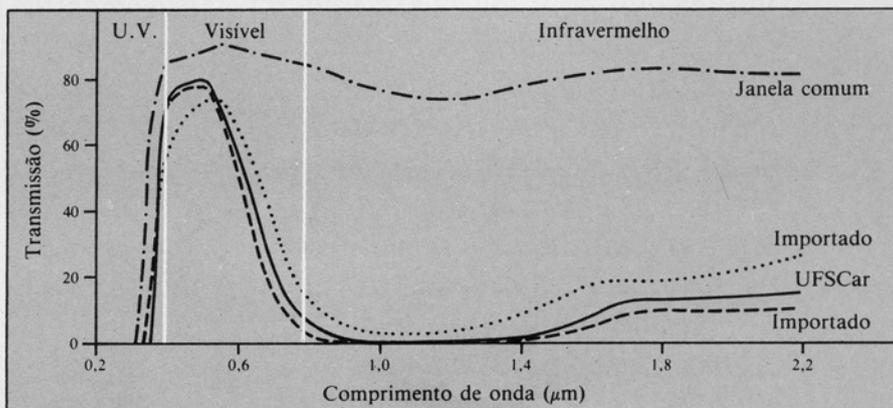
encontramos ao longo da pesquisa. Basicamente, relacionaram-se à falta de pessoal especializado e de equipamentos de pesquisa na área de vidros no Brasil. Para citar apenas um exemplo, as análises químicas de um mesmo vidro, efetuadas por cinco laboratórios renomados de universidades, institutos de pesquisa e indústrias, apresentaram resultados discrepantes. Para levantar cada curva de transmissão óptica, do ultravioleta ao infravermelho, foi preciso recorrer aos instrumentos de quatro diferentes departamentos de duas universidades de São Carlos, em razão dos freqüentes problemas de manutenção. O próprio desenvolvimento dos cadinhos cerâmicos especiais impôs-se pela inexistência desses materiais auxiliares de pesquisa no mercado nacional. A importação de simples elementos de aquecimento de super-Kanthal, utilizados num forno de fusão de vidros, vem se arrastando desde agosto de 1985 (quando os recursos foram liberados), sem definição.

Apesar de todos os entraves, seguimos em frente, e os resultados se mostram animadores. O vidro desenvolvido na UFSCar apresenta características de transmissão de luz e absorção de calor similares às do vidro importado. A figura mostra a transmissão de amostras de vidros importados e do que desenvolvemos, em função do comprimento de onda. Para efeito de comparação, é mostrada a transmissão de um vidro comum de janela.

O próximo passo será a realização de ensaios em escala piloto em empresas nacionais que poderão, futuramente, produzir o vidro para absorção de calor.

Ednan Joanni e Edgar Dutra Zanotto

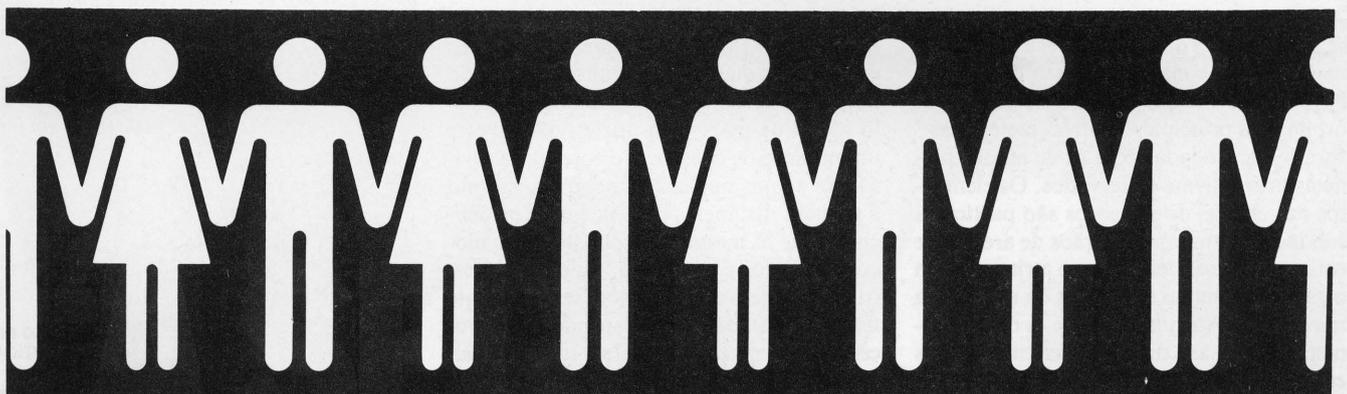
Departamento de Engenharia de Materiais,
Universidade Federal de São Carlos



Transmissão do vidro desenvolvido na UFSCar, de dois vidros importados e de um vidro de janela nas faixas ultravioleta, visível e infravermelha.

“A SEGURANÇA EM SÃO PAULO ESTÁ NO CAMINHO CERTO.”

MINISTRO PAULO BROSSARD



GOVERNO MONTORO

Democracia e seriedade dão resultado.

ASTROFÍSICA

O NÚCLEO DOS COMETAS: UM AGLOMERADO?

É o núcleo dos cometas o responsável pela formação da cabeleira (ou coma) e da cauda, os elementos que fazem o espetáculo da passagem pelas proximidades do Sol. Suas dimensões — da ordem de alguns quilômetros —, pequenas em relação às da coma, tornam difícil conhecer sua estrutura física (ver "Bem-vindo, Halley!", em *Ciência Hoje* n.º 21).

Quando estão nas regiões de sua órbita mais afastadas do Sol, os núcleos cometários apresentam uma imagem quase estelar, com brilho tão fraco que se torna difícil detectá-los e medi-los. Quando próximos do Sol, a coma, com seu brilho muito mais intenso, impede que sejam observados. Em consequência dessa quase inacessibilidade às observações diretas, quase tudo que deles se sabe resulta de inferências.

Desde o início do século XIX, pensava-se que o núcleo dos cometas era a fonte do material que constitui a coma e a cauda. Na segunda metade do século, porém, as órbitas das principais "chuvas meteóricas" foram identificadas com as de alguns planetas previamente observados. Os elementos das chuvas de meteoros são partículas sólidas, do tamanho de grãos de areia, que entram em incandescência ao atritar-se com o gás nas camadas inferiores da atmosfera terrestre. Da vinculação entre as órbitas cometárias e as das chuvas meteóricas concluiu-se que os núcleos dos cometas seriam aglomerados de partículas co-orbitais, sem nenhuma coesão, embora eventualmente próximas entre si. A coma e a cauda seriam produzidas pela iluminação solar do material continuamente disperso pelo aglomerado nuclear.

Estas concepções dominaram até que, na virada do século, a espectroscopia astronômica (técnica de análise da constituição física dos astros) mostrou que a coma dos

cometas constituía-se sobretudo de moléculas e radicais neutros, e a cauda, de íons. Analisando as seqüências possíveis de sublimação, dissociação e ionização apropriadas para explicar a composição molecular observada, concluiu-se que o núcleo devia constituir-se principalmente de partículas de gelo (H_2O), dióxido de carbono (CO_2) e amônia (NH_3).

Em 1950, o astrônomo norte-americano Fred Whipple apresentou o modelo de núcleo dos cometas que permanece até hoje o mais aceito. Segundo ele, esse núcleo não podia ser um aglomerado não coeso de grãos: seria um objeto sólido que conteria gelos voláteis e grãos minerais refratários misturados. A matriz de gelo seria predominantemente de H_2O , com moléculas de CO_2 e NH_3 inseridas na rede das moléculas de água. Esse modelo é coerente com as observações da coma, cujas moléculas livres resultariam da sublimação (mudança direta do estado sólido para o gasoso) das moléculas presentes no gelo, posteriormente dissociadas pela radiação solar e por colisões. Na sublimação, seriam arrastadas as partículas refratárias incrustadas no gelo, passando a constituir o componente poeira observado nas comas e caudas cometárias.

Os principais argumentos de Whipple contra uma estrutura nuclear de grãos livres fundavam-se: na observação de acelerações não gravitacionais que sofrem os cometas, explicáveis pela influência, sobre o núcleo, da evaporação mais intensa no hemisfério diretamente aquecido pelo Sol; na rotação do próprio núcleo como corpo rígido e, por fim, na persistência do núcleo em cometas que passam muito próximo do Sol, e que seriam totalmente dispersos pelo efeito de maré se o núcleo não tivesse um mínimo de coesão. No entanto, a divisão de alguns núcleos cometários, mesmo a grandes distâncias do Sol, é uma evidência de que os mesmos se constituem de blocos múltiplos em contato, ou de que a estrutura do gelo com inclusões seria bastante frágil. O grau de rigidez dependeria do processo de formação do núcleo, sobre o qual, especulações à parte, pouco se sabe.

Em artigo recentemente publicado*, o astrofísico Paul R. Weissman, do Instituto de Estudos Avançados de Princeton (EUA), introduz uma modificação no modelo básico do núcleo cometário formulado por Whipple. Sua proposta se relaciona com a estrutura do núcleo, que não seria um corpo único, mas um aglomerado de corpos sólidos menores, fracamente soldados nos pontos de contato e sujeitos a

eventos disruptivos mais ou menos ocasionais. Esses fragmentos não seriam produto da destruição de um corpo rígido prévio, como no caso dos asteróides: resultariam do processo de condensação primordial da nebulosa primitiva de que surgiu o sistema planetário.

Essa estrutura do núcleo explicaria melhor algumas constatações recentes sobre os cometas. Observações por radar do cometa IRAS-Araki-Alcock indicam fortes afastamentos da esfericidade para o corpo nuclear e a presença de uma nuvem de partículas com mais de dezenas de centímetros que se afastam do núcleo, fenômeno que não é compatível com um núcleo sólido em estado de baixa atividade, como no momento da observação. As observações do



Ilustração conceitual do modelo convencional do núcleo cometário (conglomerado de gelos), mostrando um núcleo único, bem consolidado, e alguns processos de sublimação que podem ocorrer na superfície.

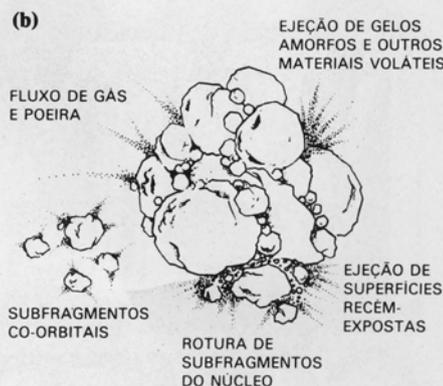


Ilustração conceitual do modelo do aglomerado de corpos, mostrando um núcleo formado de muitos fragmentos menores, debilmente soldados por fusão local das interfaces em contato e talvez rodeado de subfragmentos co-orbitais. Processos de superfície algo diversos daqueles mostrados em (a) permitem melhor explicação dos fenômenos observados nos cometas.

IRAS (*Infrared Astronomy Satellite*: Satélite para Astronomia no Infravermelho) revelam a presença de densas correntes de meteoros nas órbitas de cometas de curto período. Segundo Weissman, sugerem a existência de fragmentos que se afastam do núcleo, grandes o suficiente para não sofrer mudanças de órbita por pressão da radiação e pelo efeito Poynting-Robertson (perda gradual do *momentum* angular orbital de uma partícula em consequência da absorção e da reemissão da energia solar) e, portanto, medindo entre dezenas de centímetros e centenas de metros. Esses fragmentos seriam componentes originais do núcleo, perdidos por este em explosões disruptivas que rompem a fraca junção entre eles, ou por ação centrífuga na rotação do conjunto.

Lamentavelmente, a proposta de Weissman não pôde ser corroborada nem rejeitada com base nas observações colhidas com as missões Vega e Giotto ao cometa Halley (ver "Na rota do Halley", em *Ciência Hoje* n° 22, p.8, e "Halley: presença no céu por mais 12 mil anos", em *Ciência Hoje* n° 25, p.16). Segundo as primeiras comunicações sobre os resultados preliminares da câmara de imagens da nave Giotto, o núcleo se apresenta como um objeto sólido, de forma irregular, com grande rugosidade superficial e estruturas da ordem de centenas de metros. As imagens, muito afetadas pelos grandes jatos (essencialmente de vapor d'água) que saem das regiões discretas do núcleo, não permitem discernir se essas estruturas correspondem a um núcleo multifragmentado ou a um sólido com irregularidades superficiais, como crateras, recoberto por camadas regionais de materiais refratários de baixa refletividade. É possível também que o processamento completo dos dados das missões ao Halley leve a uma conclusão mais definida sobre a consistência do núcleo desse planeta.

O modelo de Whipple, coerente com a maioria das observações das comas e caudas cometárias, não é substancialmente modificado pela sugestão de Weissman. A nova proposta aponta na direção de idéias predominantes numa época passada, sem os erros de então. E pode ser um caminho para o melhor conhecimento dos processos de formação dos núcleos cometários.

* *Nature*, vol. 320, n° 6.059 (1986)

Sayd Codina Landaberry

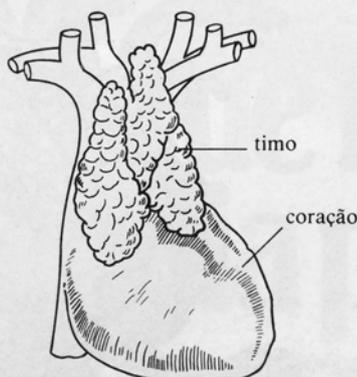
Observatório Nacional,
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ENDOCRINOLOGIA

TIMO E SISTEMA NERVOSO

Só no início dos anos 60, a partir de experimentos de retirada cirúrgica do timo (timectomia) em camundongos e ratos recém-nascidos, começou-se a desvendar a função cerebral desse órgão no desenvolvimento do sistema imunitário. Estabeleceu-se então o conceito de linfócitos T (timodependentes) para as células do sistema imunitário cujos precursores tivessem passado pelo timo, onde teriam "aprendido" a reconhecer as proteínas sintetizadas pelo próprio organismo e a reagir de maneira específica contra proteínas ou células estranhas, num processo conhecido como reação imune celular.

Ainda na década de 1960, verificou-se que parte dos fenômenos de diferenciação dos linfócitos no interior do timo dos recém-nascidos era controlada por fatores solúveis produzidos pelo próprio órgão (não por linfócitos, mas pelas chamadas células epiteliais tímicas), fatores que foram posteriormente denominados "hormônios tímicos". Desde então, o timo passou a ser formalmente considerado uma glândula endócrina, cujos produtos de secreção são



Localização anatômica do timo de uma criança, mostrando a posição supracardiaca do órgão.

capazes de modular a diferenciação de linfócitos T. Recentemente, verificou-se que outros órgãos do sistema endócrino (como a tireóide ou as gônadas) influenciam a secreção hormonal do timo, o que sugere uma interação entre este e outras glândulas endócrinas, inclusive a hipófise, cujo funcionamento é controlado pelo cérebro.

Além dos hormônios conhecidos, o timo parece poder secretar outros, entre eles alguns que são caracteristicamente produzidos por células nervosas. Em artigo recente*, um grupo de pesquisadores belgas relata a secreção de oxitocina por células de timo humano. Ao que se sabia até então, só as fibras nervosas da neuro-hipófise (porção nervosa da glândula hipófise) secretavam essa substância, cujas atividades fisiológicas principais são o favorecimento de contrações uterinas e da ejeção do leite. A oxitocina extraída do timo exibiu as mesmas características químicas e biológicas daquela produzida na neuro-hipófise, estando inclusive associada à neurofifina (proteína que serve de carreador para a oxitocina em sua migração dentro dos neurônios que a secretam).

Esses resultados, bastante curiosos, geraram de imediato uma questão sobre a eventual influência direta de neurotransmissores (substâncias que transmitem mensagens entre neurônios) e neuro-hormônios (substâncias que transmitem mensagens dos neurônios para alvos distantes) na diferenciação intratímica de linfócitos. Tal hipótese torna-se ainda mais intrigante se levarmos em conta dois outros pontos: (i) células da crista neural — estrutura embrionária que origina partes do sistema nervoso — sabidamente migram para o timo em fases iniciais da formação do órgão; (ii) peptídeos como a oxitocina (e a vasopressina, outro hormônio da neuro-hipófise) foram capazes de substituir a interleucina 2 (anteriormente denominada fator de crescimento da célula T), necessária à produção de interferon- γ , que, por sua vez, também influencia a maturação de células T.

Esse conjunto de dados nos leva a imaginar que interações entre os sistemas nervoso, endócrino e imunitário talvez sejam fenômenos corriqueiros, alguns deles intervindo na maturação de linfócitos tímicos. Mas novos estudos serão necessários para que esses pontos sejam esclarecidos.

* *Science*, vol. 232, n° 4.749 (1986)

Wilson Savino

Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

NEUROBIOLOGIA

A VOLTA DA HIDRA DE LERNA

Transplantes de cérebro são um sonho da humanidade pelo menos desde o surgimento do mito grego da hidra de Lerna. Não se pode dizer que estejamos sequer próximos de criar seres com a estranha anatomia da serpente de sete cabeças. É inegável, contudo, que avanços surpreendentes ocorreram na última década.

Em recente simpósio internacional* promovido pela Pontifícia Academia de Ciências, no Vaticano, quatro grupos de pesquisadores relataram resultados positivos obtidos em transplantes de tecido nervoso. O sueco Anders Björklund e o uruguaio Albert Aguayo, radicado no Canadá, forneceram talvez os exemplos mais marcantes.

Utilizando ratos, Björklund desenvolveu dois modelos experimentais de doenças degenerativas que acometem o homem idoso — o mal de Parkinson e a doença de Alzheimer (também conhecida como demência senil). Os pacientes parkinsonianos desenvolvem um tremor irrefreável nas mãos, nos braços e na cabeça, movem-se pouco e rigidamente e por vezes apresentam sintomas psiquiátricos. Já os que sofrem da doença de Alzheimer têm, além de grandes deficiências de memória e aprendizagem, freqüentes estados confusionais, parecidos com os que acompanham a arteriosclerose. Sabe-se que, em ambos os casos, os sintomas refletem a degeneração de certas células nervosas do cérebro desses pacientes: no parkinsonismo, desaparecem neurônios motores que transmitem suas mensagens por meio da substância química dopamina. Na demência senil, degeneram células que operam com outro neurotransmissor, a acetilcolina. Em ratos, é possível destruir quimicamente, de modo seletivo, os neurônios dopaminérgicos, ou interromper cirurgicamente os prolongamentos das células colinérgicas. Como resulta-

do, os animais lesados desenvolvem as síndromes correspondentes.

Björklund implantou neurônios dopaminérgicos e colinérgicos, retirados de fetos de ratos, nos animais "parkinsonianos" e "dementes", respectivamente. Verificou, depois de algum tempo, que os implantes sobreviviam e estabeleciam contatos com o tecido circunjacente do animal receptor. Os níveis dos respectivos neurotransmissores, deprimidos antes do implante, subiam consideravelmente e, o que é mais importante, os sintomas causados pelas lesões regrediam. Ao que parece, esses resultados se devem apenas ao restabelecimento dos níveis dos neurotransmissores específicos, pelo menos no caso dos parkinsonianos, já que o implante de células da medula adrenal (glândula abdominal que sintetiza precursores da dopamina) é por si só capaz de promover a redução dos sintomas motores de ratos parkinsonianos.

Aguayo utiliza um modelo diferente, mas igualmente interessante. Há muito os neurobiologistas se confrontam com a incapacidade que têm os neurônios do sistema nervoso central de regenerar seus prolongamentos (axônios) quando estes são lesionados. Ao contrário dos neurônios centrais, entretanto, as células do sistema nervoso periférico conseguem restabelecer conexões interrompidas. Trabalhos recentes indicam que a diferença parece decorrer do fato de que tanto as células não neurais que envolvem os nervos periféricos como os "alvos" inervados por esses nervos têm a propriedade de secretar substâncias (fatores tróficos) que facilitariam o crescimento dos axônios cortados. Tal não ocor-

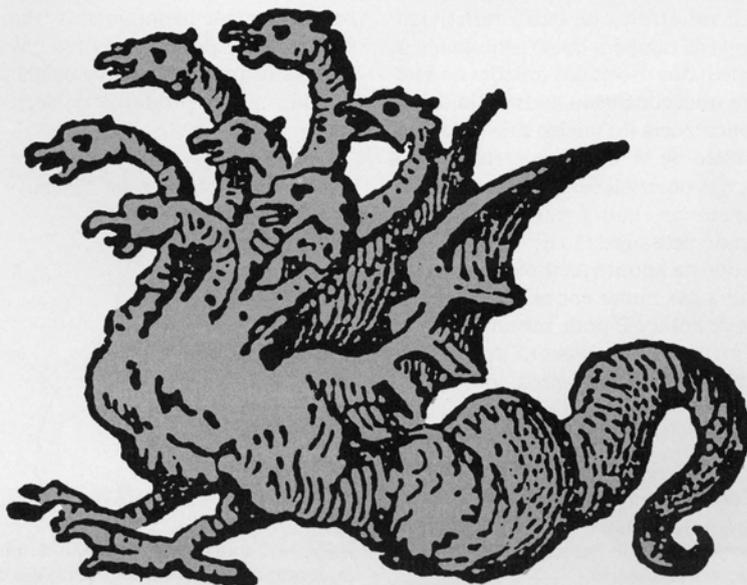
ria no sistema nervoso central.

Aguayo criou um modelo de traumatismo de medula espinhal em ratos. Assim como os pacientes humanos, esses animais, quando sofrem transecção completa da medula espinhal, tornam-se paraplégicos. O quadro é praticamente irreversível, porque os neurônios que comandam a musculatura da perna ficam definitivamente desconectados dos centros superiores. Em animais experimentais transecionados, o pesquisador uruguaio implantou segmentos de nervo ciático do próprio animal (um nervo misto da pata posterior), ligando as partes desconectadas. Após vários meses de sobrevivência, verificou-se havia conexão entre elas. Havia. Os neurônios da medula, de um lado e de outro, tinham emitido seus axônios através do nervo ciático, ultrapassando a região traumatizada. Do ponto de vista funcional, estes resultados são menos espetaculares que os apresentados por Björklund, mas dados mais recentes divulgados pelo grupo do Canadá (que Aguayo lidera), desta vez utilizando lesões do nervo óptico seguidas de implante de um segmento de ciático no local da lesão, indicam que os neurônios regenerantes da retina recuperam grande parte de sua capacidade de transmitir informações visuais a regiões centrais do cérebro.

* *Developmental Neurobiology of Mammals* (eds. C. Chagas, R. Linden & R. Lent). Vaticano, Pontifícia Academia de Ciências (no prelo).

Roberto Lent

Instituto de Biofísica, Universidade Federal do Rio de Janeiro



PALEONTOLOGIA

O FIM DOS DINOSSAUROS

A extinção dos dinossauros é ponto pacífico (embora os pássaros, seus legítimos descendentes, permaneçam entre nós). Mas como isso aconteceu? Há cerca de 80 teorias a respeito. Entre as menos sérias, há a do conhecido bioquímico Isaac Asimov, que imaginou a ficção segundo a qual homenzinhos verdes costumavam vir de Marte, a bordo de discos voadores, para realizar safaris na Terra, caçando até a extinção os dinossauros e outros grupos animais.

Tudo indica que as hipóteses catastrofistas e extraterrestres não têm maior fundamento que a fantasia de Asimov. Pretende-se que a extinção teria sido provocada por um cometa, uma estrela supernova, uma nebulosa opaca ou uma chuva de isótopos radioativos (ver "Um relógio astronômico controla a vida na Terra?", em *Ciência Hoje* n° 17, p. 18). Mas, onde estão as provas? Como diriam os antigos, isso corresponde a explicar *obscurum per obscurius*, ou seja, explicar o desconhecido por algo ainda mais desconhecido. Nessa categoria de hipóteses, a da queda de um meteorito é talvez a mais plausível. Esse corpo celeste teria provocado uma nuvem de poeira na alta atmosfera e, em consequência, violentas alterações da temperatura. De quebra, teria disseminado, por toda a superfície terrestre, irídio radioativo — elemento que, de fato, foi detectado em várias partes da Terra, em rochas que remontam, proximamente, ao limite entre o período cretáceo e o terciário, que inaugura a era cenozóica, ou seja, à época correspondente à da extinção dos dinossauros (ver "Rastros de um mundo perdido", em *Ciência Hoje* n° 15).

Mas a hipótese é pouco convincente, e raros paleontólogos a aceitam, por vários motivos. Primeiro, outros isótopos radioativos foram encontrados em níveis estrati-

gráficos não correspondentes a épocas de extinções biológicas. Segundo, não se explica porque teriam se extinguido os dinossauros e não outros grupos de répteis: se o problema era o metabolismo reptílico, deviam ter morrido jacarés, tartarugas e lagartos, e não amonitas, belemnitas e outros invertebrados; se era o tamanho, deviam ter morrido os gigantes crocodilos da época e só depois, eventualmente, os dinossauros "tamanho frango", comuns então, ao lado dos gigantes.

Em artigo recente*, os paleontólogos norte-americanos R. E. Sloan, J. K. Rigby, L. M. Van Valen e D. Gabriel apresentam novos dados sobre a questão. Há evidências de que a extinção dos dinossauros na província canadense de Alberta, bem como nos estados de Wyoming e principalmente de Montana, nos Estados Unidos, foi um processo lento, que durou sete milhões de anos, acelerando-se nas últimas centenas de milhares de anos, antes do limite entre o cretáceo — o último período da era mesozóica — e o cenozóico (entre 72 e 65 milhões de anos atrás).

Em algumas partes do mundo, alguns dinossauros sobreviveram, adentrando no paleoceno (a primeira época do período terciário, no cenozóico) por ao menos 40 mil anos. Ao mesmo tempo, os mamíferos experimentaram franca expansão, particularmente os ungulados (aqueles cujos dedos são providos de cascos), e ocuparam espaços crescentes, em desapiedada concorrência com os dinossauros herbívoros.

As pesquisas que levaram a esse resultado, muito sofisticadas e quantificadas, são dignas de todo respeito. A paleontologia moderna não se limita a coletar esqueletos aqui e acolá. Em regiões continentais privilegiadas, rochas depostas durante o fim do período cretáceo e o início da época paleocena — que se conservam aí sem solução de continuidade — são estudadas em detalhe, metro por metro, nas três dimensões. O sedimento é passado na peneira sedimentológica, o que permite coletar os mais minúsculos fragmentos, principalmente dentes. É possível deduzir então quantos indivíduos ou quantos gêneros de dinossauro e de outros animais estão contidos em cada metro cúbico de rocha ao longo de uma coluna (ou seção) estratigráfica. Pode-se depois dispor os dados em diagramas em que, por exemplo, o eixo *x* representa o número de gêneros e o eixo *y* os metros de rocha ou os milhões de anos. Usam-se também métodos mais sofisticados, que envolvem o recurso à informática.

Alguns dados colhidos por esse grupo de

paleontólogos: na região que estudaram, foram encontrados 30 gêneros dinossaurianos nas formações Judith River, Oldman e St. Mary River (77-73 milhões de anos); 23 na base das formações Edmonton e Horseshoe Canyon e 22 no topo (72-68 milhões de anos); 19 nas formações Lance, Hell Creek e Scollard (67-65 milhões de anos). Entretanto, nos últimos 16 metros da formação Hell Creek (65 milhões de anos), só se encontraram sete gêneros, ou seja, menos de 1/4 do número inicial. Em Montana, nos últimos 16 metros de sedimentos cretáceos, escavando e peneirando camada por camada a areia de antigos canais aluviais, constatou-se que o número de dentes de dinossauro por tonelada de areia diminuía drasticamente do canal mais baixo aos superiores. Observou-se ainda, na mesma seção, acentuado aumento dos gêneros de mamíferos (ungulados). Estes são, sem dúvida, fatos concretos e convincentes, sobretudo se comparados com o simplismo dos argumentos apresentados por muitas teorias catastrofistas.

R. E. Sloan e seus colegas concluem com uma indagação: se o impacto do eventual meteorito (que sem dúvida não teria ajudado a sobrevivência dos dinossauros) não foi o único fator da extinção, quais teriam sido os outros? O artigo lembra substancialmente, sem citá-la, a teoria enunciada por Léonard Ginsburg, do Museu de Paris: diminuição gradual da temperatura nos últimos 15 milhões de anos do período cretáceo; rebaixamento do nível do mar e consequente acentuação das diferenças entre as estações do ano; deterioração da flora; competição dos novos animais herbívoros. A isto se poderia acrescentar, com destaque: a invasão das angiospermas (plantas com flores), com a recessão das gimnospermas; a mudança da razão CO_2/O_2 na atmosfera e nas águas; e por fim, a "arteriosclerose" dos patrimônios genéticos dos dinossauros, animais de elevada especialização, em confronto com o "frescor" genético dos mamíferos, igualmente antigos, mas ainda bastante generalizados.

Finalmente, vale lembrar que tudo acaba neste mundo, sem que para isso sejam necessárias catástrofes, e que os dinossauros, antes de desaparecer, viveram 140 milhões de anos. Poucos parecem se dar conta desse feito extraordinário.

* *Science* vol. 232, n° 4.750 (1986)

“Canhota num mundo de destros, em que móveis e objetos (as tesouras são um bom exemplo) são fabricados para os que têm maior habilidade com a mão direita, pergunta: porque existem mais destros que canhotos? Ou, em outras palavras, porque a humanidade privilegiou o lado direito?”

**Maria Lúcia Félix de Souza
Goiânia (GO)**

Traços de assimetria estão presentes em quase todos os animais. No homem, por exemplo, as duas gônadas têm tamanhos diferentes. O sentido em que alguns tipos de serpente se enroscam é determinado pelo genoma da mãe, curvando-se algumas para a direita e outras para a esquerda (a curva para a direita é geneticamente dominante).

Os estudos do embriologista alemão Hans Spemann, prêmio Nobel de medicina e fisiologia em 1935, indicaram que, desde o estágio embrionário, há alguma diferença entre os lados direito e esquerdo do organismo. De fato, a indução de gêmeos monozigóticos (originários de um só óvulo fecundado) a partir da separação mecânica de ovos de anfíbios no plano de divisão celular mostrou que os animais formados de uma metade se desenvolviam normalmente, ao passo que os derivados da outra metade apresentavam assimetrias internas distribuídas aleatoriamente. A embriogênese prossegue, portanto, de maneira a produzir as assimetrias típicas da espécie (o coração no lado esquerdo, por exemplo), o que torna rara a ocorrência de inversões na localização de órgãos internos, como o coração ou o fígado: apenas uma pessoa entre dez mil.

A questão do uso preferencial de uma das mãos está intimamente relacionada com a distribuição de funções entre os hemisférios cerebrais. Os estudos do neurobiologista norte-americano Roger Sperry, prêmio Nobel de medicina e fisiologia em 1982, mostraram que os hemisférios cerebrais humanos são funcionalmente assimétricos, cabendo ao hemisfério esquerdo da maioria das pessoas, por exemplo, o controle dos aspectos cognitivo-rationais da linguagem, e ao direito, entre outras fun-



Leonardo da Vinci

ções, a compreensão musical, a identificação das relações espaciais e o controle dos aspectos afetivos da linguagem.

A injeção — para fins diagnósticos — de uma droga depressiva numa das artérias carótidas (técnica de Wada), ao tornar metade do cérebro temporariamente não funcional, permitiu aos pesquisadores do Instituto de Neurologia de Montreal mostrar que 95% dos destros e 70% dos canhotos tinham a linguagem (em seus aspectos cognitivo-rationais) controlada pelo hemisfério esquerdo. Dos canhotos restantes, metade tinha a linguagem controlada pelo he-

misfério direito e metade não apresentava assimetria hemisférica (linguagem igualmente controlada pelos dois hemisférios). Assim, ao contrário do que supunha o neurologista francês Paul Broca (1824-1880), os canhotos não são uma simples imagem especular dos destros.

Somos levados, portanto, a questionar as origens dessas variações nos padrões de assimetria cerebral e, conseqüentemente, de preferência manual. Porque existem essas variações (destros, canhotos e ambidestros), quando outros padrões, como a localização do coração ou a postura bípede, ▷

**AQUI
TEM COBRA.**

AVENIDA COMANDANTE GUARANYNS

O COMANDANTE JOSÉ LUIZ GUARANYNS REGO, DA MARINHA, LUTOU A VIDA INTEIRA PARA AJUDAR O BRASIL A DOMINAR A TECNOLOGIA DE INFORMÁTICA. MAS NÃO VIVEU PARA VER SEU SONHO REALIZADO. AGORA, O PIONEIRO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE INFORMÁTICA VIROU NOME DE AVENIDA. NÃO POR MERA COINCIDÊNCIA, O ENDEREÇO DA COBRA. A PRIMEIRA E ATÉ HOJE A MAIOR INDÚSTRIA NACIONAL DE INFORMÁTICA. JUSTA HOMENAGEM DO MUNICÍPIO A UM DE SEUS FILHOS MAIS TALENTOSOS E DEDICADOS. JUSTO ENDEREÇO PARA A COBRA, QUE AGORA TEM UM NOVO INCENTIVO BEM NA PORTA DE CASA.

cobra

A marca da tecnologia brasileira.

AV. COMANDANTE GUARANYNS, 447 - CEP 22785 - RIO DE JANEIRO - RJ. TELS.: (021) 342-9393/7853 - TELEX: (021) 22420

não variam? A discussão da origem da lateralidade nos leva a considerar fatores tanto genéticos como ambientes.

A probabilidade de dois pais destros terem um filho canhoto é de apenas 2%; aumenta para 17% quando um dos pais é canhoto e chega a 46% quando ambos o são. Os fatores genéticos devem, portanto, desempenhar algum papel na preferência manual.

Em 1964, foi proposto um modelo genético muito simples que admitia a existência de um gene com duas formas (alelos) *D* e *d*. O alelo *D* seria dominante e codificado para expressar preferência manual direita; o alelo *d* seria recessivo e codificado para expressar preferência manual esquerda. Os genótipos *DD* ou *Dd* conduziriam, portanto, à preferência manual direita. O problema é que, por este modelo, todos que tivessem pai e mãe canhotos também o seriam, e isso, como mencionamos, só acontece em 46% dos casos.

Um modelo mais elaborado foi apresentado em 1972 pela neuropsicóloga norte-americana Jerre Levy, em colaboração com Thomas Nagylaki. Segundo eles, a lateralidade seria função de dois genes e quatro alelos. Um gene com dois alelos controlaria o hemisfério especializado para a linguagem. O alelo *L*, dominante, codificaria a localização do controle da linguagem no hemisfério esquerdo, ao passo que o alelo *l*, recessivo, codificaria essa localização no hemisfério direito. O outro gene, com seus dois alelos, determinaria se o hemisfério especializado para a linguagem controlaria a mão do mesmo lado (ipsilateral) ou a mão do lado oposto (contralateral), caso em que seria dominante o alelo *C*, contralateral. Assim, o genótipo *LlCc* codificaria um indivíduo destro com especialização para a linguagem no hemisfério esquerdo.

Em 1974, entretanto, outra pesquisadora, Marion Annett, propôs um novo modelo, segundo o qual a maioria dos indivíduos possuiria um gene favorecedor do lado direito, que direcionaria para a preferência manual direita. Na ausência desse gene, o indivíduo poderia ser tanto destro como canhoto, ao acaso. Para Annett, o fato de pais canhotos terem filhos destros se explicaria da seguinte maneira: em consequência de lesões cerebrais sofridas pelos primeiros no nascimento, o fator direcionador não se expressaria neles, podendo, não obstante, ser transmitido aos descendentes.

A incidência de canhotos em gêmeos, tanto monozigóticos como dizigóticos, é de

aproximadamente 20% (duas vezes maior que entre não-gêmeos). Sabe-se também que é alta, entre os gêmeos, a incidência de desordens neurológicas, possivelmente decorrentes de lesões cerebrais ocorridas na vida intra-uterina. Correlacionando-se com isto, há muitas evidências clínicas de que o número de canhotos é maior em crianças com dificuldades de aprendizagem, em epilépticos, em retardados mentais e em pessoas portadoras de lesões cerebrais precoces. Com base nesses fatos, o neurologista norte-americano Paul Bakan defendeu, em 1973, a hipótese — um tanto extremada — de que todo canhoto é, essencialmente, um caso patológico.

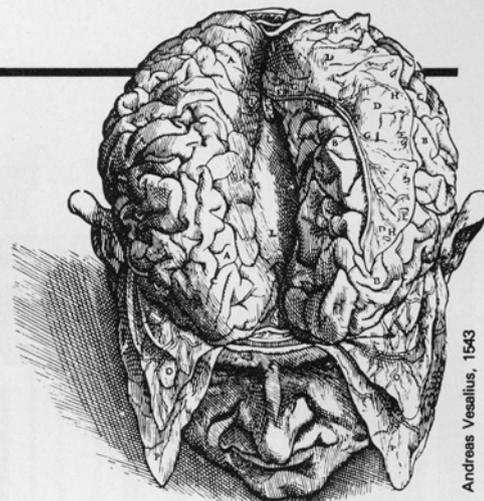
Já em 1925 o neurologista C.E. Lauterbach sugerira que todo indivíduo canhoto poderia ser o sobrevivente — com imagem especular — de um gêmeo monozigótico morto no útero. A imagem especular, fenômeno que ocorre em aproximadamente 25% dos gêmeos monozigóticos, consiste fundamentalmente em que um membro do par de gêmeos é a imagem especular do outro em certas estruturas do corpo (a impressão do polegar direito de um gêmeo, por exemplo, é semelhante à do polegar esquerdo do outro).

Mais recentemente, a aplicação da técnica de Wada mostrou que, na maioria dos canhotos com lesão cerebral esquerda, a linguagem é controlada pelo hemisfério direito, ao passo que nos canhotos sem sinais de lesão ela é controlada exclusivamente pelo hemisfério esquerdo. Isso sugeriu que lesões cerebrais no hemisfério esquerdo poderiam resultar num redirecionamento do controle da linguagem para o outro hemisfério, com o consequente estabelecimento de uma preferência manual esquerda.

Cabe mencionar também que, em estudos cognitivos comparativos, não se registraram diferenças significativas entre os resultados obtidos por canhotos e destros normais em testes verbais. Quanto ao desempenho dos dois grupos em testes que envolvem raciocínio espacial, há controvérsias, e alguns autores afirmam que os destros alcançam resultados ligeiramente superiores.

Assim, alguns atribuem a preferência manual esquerda à ação genética direta, outros a lesões precoces no hemisfério cerebral esquerdo e outros ainda vêem no canhoto o membro sobrevivente de um par de gêmeos monozigóticos. É evidente que nenhum destes pontos de vista consegue, por si só, explicar de maneira satisfatória todos os dados da realidade.

Além de lesões cerebrais nos estágios ini-



Andreas Vesalius, 1543

ciais do desenvolvimento intra-uterino e no nascimento, outros fatores podem induzir adaptações reorganizadoras da lateralidade, como a surdez congênita e a extrema pobreza do ambiente físico ou do meio sócio-econômico-cultural. Entretanto, alterações superficiais do meio social não são capazes de alterar a organização neural. Assim, segundo Jerre Levy, as pressões sociais pelo uso preferencial de uma das mãos (o hábito antigo de “forçar” a destrialidade em canhotos) não afetam a assimetria cerebral: quando as pressões cessam, a dominância manual original se restabelece naturalmente, embora o indivíduo permaneça mais treinado no uso da mão não preferencial.

Evidentemente, em conjunto com os fatores ambientes e genéticos, atuam os mecanismos da evolução biológica. Pressões seletivas favorecem o desenvolvimento da lateralização e, a julgar pelos achados arqueológicos, a destreza manual já estava estabelecida em tempos pré-históricos remotos.

Podemos concluir, portanto, que fatores ambientes (que atuam desde a vida intra-uterina) e genéticos (indicadores de variabilidade genética) se somam para explicar os diversos padrões de assimetria hemisférica. Assim, se por um lado a ação dos fatores ambientes demonstra a imensa capacidade plástica do nosso sistema nervoso, capaz de reorganizar-se e ajustar-se às mais variadas mudanças ambientes — desde lesões cerebrais até alterações no mundo sócio-econômico-cultural —, as diferenças genéticas, por outro lado, atestam a preservação de mecanismos genéticos de variação no curso da evolução. A manutenção dessas variações (quando em outros casos, como no da postura, uma forma fixa se impôs) revela a inexistência de um padrão de lateralidade com vantagens absolutas.

Sérgio L. Schmidt

Instituto de Biofísica,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

CAMAÇARI

PALAVRA DA LÍNGUA TUPI QUE SIGNIFICA ÁRVORE DE BOA MADEIRA.

PRONOR, UMA DAS TRÊS MAIORES EMPRESAS DE CAMAÇARI.

Como toda árvore de boa madeira, a Pronor cresceu e se tornou forte.

Voltando sua produção basicamente para intermediários de origem petroquímica, destinados a abastecer diversas indústrias de transformação, a Pronor Petroquímica S/A., hoje, uma das primeiras das 47 empresas do Complexo Petroquímico de Camaçari, está ampliando e agilizando sua capacidade produtiva.

Com projeto já aprovado, acelera a construção de novas unidades para atender à crescente demanda do mercado por seus produtos.

Pronor, em Camaçari: árvore de boa madeira tem, sempre, boas raízes.

Pronor

Pronor Petroquímica SA

DISTROFIAS MUSCULARES

No Brasil, ocorrem por ano cerca de 700 novos casos de distrofia muscular progressiva Duchenne, caracterizada pelo enfraquecimento gradual dos músculos esqueléticos, quase sempre em crianças do sexo masculino. Depois de muitos anos de experiências com as mais diversas drogas, surge uma esperança: o uso terapêutico de um inibidor do hormônio de crescimento diminui o ritmo de progressão da doença, embora não esteja provado que promova a regressão do comprometimento muscular já existente.

**Mayana Zatz e
Oswaldo Frota-Pessoa**

Departamento de Biologia,
Universidade de São Paulo

Em certo sentido, desenvolver uma linha de pesquisa é lançar-se numa aventura no escuro. A partir de um indício, valorizado por alguma intuição, trata-se de ficar alerta para perceber mensagens que a natureza envie, em sua linguagem cifrada. Para saber que aspecto investigar, entre tantos possíveis, armamos um modelo interpretativo e, com base nele, fazemos ilações a serem confirmadas (ou não) por dados concretos. Vez por outra, cabe fazer um experimento — pergunta direta que encosta a natureza na parede, obrigando-a a nos revelar parte de seu segredo.

Muitas vezes nossos esforços se frustram, sobretudo se usamos um modelo interpretativo fundado em conceitos errados, ou excessivamente fantasiosos. Resta-nos, contudo, o recurso da persistência: alteramos o modelo e seguimos em nossa busca do desconhecido. Publicamos os resultados que obtemos e participamos do esforço em que se congregam os colegas da mesma especialidade de todos os países.

A idéia popular de que a ciência avança por uma série de grandes descobertas feitas

por cientistas geniais resulta da divulgação sensacionalista dos seus resultados. Mais apropriado é comparar a ciência com um edifício construído em mutirão, em que cada pedra acrescentada, grande ou pequena, contribui para a solidez do conjunto.

O desenvolvimento de uma linha de pesquisa a que nosso Laboratório de Genética Humana vem se dedicando há uns 15 anos ilustra bem esse modo típico que tem a ciência de caminhar. O marco mais recente dessa caminhada surgiu ao atendermos um menino com distrofia muscular progressiva Duchenne em quem o enfraquecimento gradual dos músculos, típico dessa doença, tinha um curso surpreendentemente benigno. Por coincidência, a criança apresentava patente deficiência de hormônio de crescimento. Haveria relação entre essa deficiência e a evolução lenta da distrofia? Caso houvesse, quem sabe seria possível beneficiar os portadores de distrofia muscular Duchenne tratando-os com um inibidor do hormônio de crescimento? Essa hipótese foi testada em nossos laboratórios, com resultados promissores.



X^aY

Cada parte de nosso corpo — os músculos, por exemplo — depende de muitos genes para se estruturar e funcionar normalmente. Os genes servem de modelo para a formação de outros, iguais a eles, que, além de irem para as novas células do corpo em crescimento, passam de pais para filhos. Assim, as características que os genes determinam propagam-se ao longo das gerações.

Às vezes, por acidente, a molécula que constitui um gene sofre uma mudança (mutação), em que ganha, perde ou troca átomos. O gene “mutado” resultante também se multiplica e passa para os descendentes, como o gene normal. Sua função, contudo, pode ficar alterada a ponto de causar uma doença. É o que ocorre na distrofia muscular progressiva Duchenne, que se caracteriza pelo enfraquecimento lento e gradual dos músculos esqueléticos, decorrência de um defeito de formação (distrofia) das fibras musculares estriadas. O nome do médico que primeiro caracterizou a doença é usado para distingui-la de outras distrofias musculares progressivas, mais benignas, devidas a outros genes “mutados”.

Os primeiros sinais da doença manifestam-se em meninos com cerca de quatro anos: quedas frequentes, dificuldade para correr e subir escadas, tendência a andar nas pontas dos pés e aumento do volume das panturrilhas (barriga das pernas).

Somado ao quadro clínico e à evolução da doença, o recurso diagnóstico mais efi-

caz é a determinação da atividade das enzimas musculares — principalmente a creatino-cinase e a piruvato-cinase — no soro sanguíneo, onde não deveriam estar, pois, na pessoa normal, só existem em quantidade substancial dentro das fibras musculares.

No sangue das crianças com distrofia Duchenne, essas enzimas têm uma atividade até cem vezes maior que a normal. Estão aumentadas desde o nascimento (antes do aparecimento dos sinais clínicos) e alcançam os maiores valores entre os dois e três anos de idade. Ao longo do processo distrófico, os níveis sanguíneos dessas enzimas tendem a baixar, porque as fibras musculares atingidas, que as deixam extravasar para o sangue, vão aos poucos sendo eliminadas. Em cerca de 500 clientes atendidos em nosso laboratório, só dois (em estado muito adiantado do processo distrófico) apresentavam aumento significativo dessas enzimas no soro sanguíneo.

Calcula-se que surgem anualmente, no Brasil, cerca de 700 novos casos de distrofia Duchenne, pois sua incidência é de um por três mil meninos; nascem em nosso país cerca de dois milhões de meninos por ano. Quanto às meninas, é raríssimo que apresentem essa doença, e a razão é simples: o gene “mutado” que produz a doença é recessivo e fica situado no cromossomo X (ver “O endereço do gene”). A transmissão desse tipo de gene é especial, porque as células masculinas têm apenas um cromossomo X, enquanto as das mulheres têm dois.

Os cromossomos são 46 em ambos os sexos, porque os homens, em lugar do segundo X, têm um cromossomo Y, menor e muito diferente do primeiro nos genes que contém. É, aliás, a presença do Y que determina a formação dos órgãos sexuais masculinos no embrião. Os demais 44 cromossomos — chamados autossomos — presentes em cada célula são iguais dois a dois, formando, portanto, 22 pares, tanto no homem como na mulher.

Os cromossomos de um mesmo par, ou cromossomos homólogos, têm tamanho e aspecto iguais: até as bandas (faixas transversais que se coram mais intensamente) dispõem-se do mesmo modo nos dois homólogos. Mas sua semelhança é muito mais profunda e significativa: em cada cromossomo há milhares de genes diferentes, que se dispõem em fileira única, e, no caso dos homólogos, os genes são os mesmos e se ordenam do mesmo modo (salvo exceções). Assim, se determinado cromossomo possui, em seqüência, os genes A, B, C etc a partir da ponta de seu braço menor, seu homólogo terá, na mesma ponta, os mesmos genes, na mesma ordem.

Na mulher, os X constituem também um par de cromossomos homólogos. Se um gene D situa-se em certo ponto de um cromossomo X, haverá um gene D no mesmo ponto do outro X, e de todos os X, tanto de mulheres como de homens. Em contraste, o cromossomo Y não tem homólogo: seus genes só existem nele mesmo.

O ENDEREÇO DO GENE

Até pouco tempo atrás, sabia-se que os genes da distrofia Duchenne e da distrofia Becker localizavam-se no cromossomo X, mas sua posição exata era uma incógnita. Localizar um gene específico num cromossomo do tamanho do X era algo como localizar uma casa numa cidade sem ter o endereço.

Os últimos anos, entretanto, foram marcados por grandes progressos nessa direção. A partir de estudos desenvolvidos em vários países, inclusive no Brasil (na Escola Paulista de Medicina e em nosso laboratório), descobriu-se que os genes das duas distrofias localizam-se na porção mediana do braço curto do cromossomo X (figura 1).

Várias equipes estão agora empenhadas em isolar o gene das distrofias por meio de técnicas de ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante. *Grosso mo-*

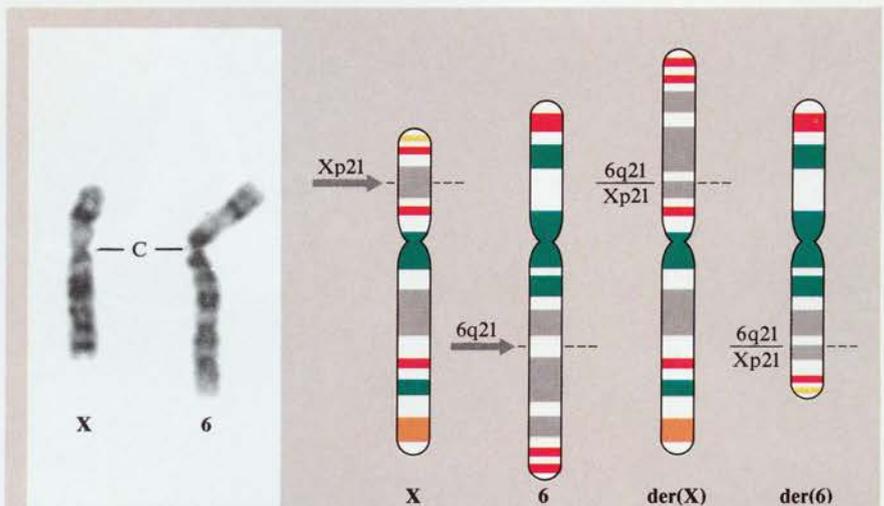


Fig. 1. Nas fotos dos cromossomos X e 6 (normais), a letra C indica a posição dos centrômeros: pontos mais estreitos que separam o braço pequeno (p, do lado de cima) do braço longo (q). Nos desenhos, as bandas claras e escuras, visíveis nas fotos, estão esquematizadas. As setas mostram os pontos em que o braço curto do X e o braço longo do 6 se quebraram (Xp21 e 6q21). Essas quebras, seguidas de fusão de cada fragmento do X com um fragmento do 6, originaram os dois cromossomos translocados, ou derivados, der(X) e der(6). Como tudo isso já ocorrera na célula inicial de uma menina que veio a apresentar distrofia Duchenne, concluiu-se que o gene D transformou-se em d por causa da quebra do X em p21 e que, portanto, é aí que se localizam esses genes.

Suponhamos agora que o gene *D* de um dos *X* de uma mulher apresenta uma mutação. O gene mutado, *d*, ocupará, nesse *X*, o mesmo local ocupado por *D* no cromossomo homólogo. Por isso se diz que *D* e *d* pertencem ao mesmo loco, ou seja, estão no loco *D-d* ou simplesmente *d*.

Como o gene produz a doença? Digamos que o gene *D* determina a síntese de uma proteína indispensável ao funcionamento dos músculos. Acontece, porém, que *D*, mesmo sem a ajuda de *d*, produz a substância em quantidade suficiente para garantir o bom funcionamento das fibras musculares. Portanto, a mulher *Dd* é normal. Como o gene *d*, em presença de *D*, não produz efeito aparente, diz-se que *d* é um gene alelo (antagônico) de *D*, e um alelo recessivo, porque seu efeito fica oculto em presença do alelo dominante *D*.

Que acontece, entretanto, se o gene *d* estiver no cromossomo *X* de um menino? Como não têm outro *X*, suas células, à falta de *D*, não sintetizam a proteína, e os músculos do menino vão enfraquecendo. A presença do gene *d* no cromossomo *X* único — que implica, necessariamente, a ausência de *D* — pode, portanto, ser considerada o fator determinante da distrofia Duchenne.

Conhecemos então a causa da doença? Sim e não. A presença de *d* (ou a ausência de *D*, o que dá no mesmo) pode sem dúvida ser considerada a causa básica. Mas também seriam causas quaisquer dos elos

do processo que relaciona a presença de *d* com o enfraquecimento muscular — e sabemos muito pouco sobre eles.

Seria adequado considerar causa da doença a ausência do produto do gene *D*, isto é, a proteína que mencionamos, porque é sabido que os genes atuam na célula por intermédio das proteínas, cuja estrutura determinam. Mas não conhecemos a natureza dessa proteína, a seqüência de seus aminoácidos, seu peso molecular e tampouco seu papel na manutenção do bom funcionamento dos músculos.

Num nível mais próximo dos sinais clínicos, o estudo, ao microscópio, de pequenos segmentos de músculo retirados por biópsia revela que o enfraquecimento dos músculos resulta da degeneração gradual de fibras musculares, umas após outras. Por outro lado, o estudo de contrações musculares provocadas por corrente elétrica confirma que a doença não decorre de distúrbios dos nervos que comandam os músculos (como acontece nas atrofias musculares), mas de anormalidade da própria fibra muscular.

Nos últimos anos, os pesquisadores têm atentado, principalmente, para a membrana celular tanto da fibra muscular como dos glóbulos vermelhos e brancos do sangue de indivíduos com distrofia Duchenne. Nela, detectaram uma série de alterações de estrutura e de função. Esses defeitos explicariam, além de outros distúrbios metabólicos, a saída para o sangue das en-

zimas, que se encontram, de fato, diminuídas dentro da fibra muscular distrófica.

Outra linha importante de pesquisas diz respeito ao cálcio, que está aumentado nas fibras musculares dos portadores de distrofia Duchenne, mesmo em estágio pré-clínico e até em muitos fetos com alta probabilidade de serem portadores do gene *d*. Essa precocidade sugere que a anormalidade relativa ao cálcio poderia estar associada ao defeito primário. Permanece, contudo, a dúvida: são as anomalias da membrana que acarretam o aumento do cálcio, ou vice-versa?

Como serão os filhos de uma mulher que tem o gene *D* em um dos cromossomos *X* e *d* no outro, sendo portanto heterozigota *Dd*? Na formação de suas células reprodutoras, os dois cromossomos *X* se separam e vão para óvulos diferentes, tal como ocorre com os autossomos. Cada óvulo fica portanto com 23 cromossomos, um de cada par. Formam-se, assim, óvulos de dois tipos, com igual probabilidade (0,50, isto é, 50%): uns com *D* e outros com *d*. Por outro lado, a mulher heterozigota poderá ter seu óvulo fecundado por um espermatozóide portador de *X* ou de *Y*, também com cerca de 50% de probabilidade.

Assim, embora normal, a mulher heterozigota poderá ter um filho com distrofia Duchenne, dependendo de duas casualidades: receber da mãe o gene *d* e receber

do, esses experimentos consistem em extrair o material genético (ADN) do cromossomo *X* de pessoas normais, fracioná-lo, com o auxílio de enzimas de restrição, e comparar os fragmentos cuja localização é conhecida com aqueles, obtidos pelo mesmo processo, a partir do ADN de portadores dessas distrofias.

As primeiras pistas para a localização do gene da distrofia só foram descobertas graças ao estudo de casos raríssimos de meninas com a doença. Quando o primeiro caso foi descrito, em 1977, descobriu-se que um dos cromossomos *X* da menina estava quebrado na porção *Xp21* e translocado (colado) a um autossomo. Sabe-se que, na mulher normal, apenas um dos dois *X* permanece ativo em cada célula, e isso ocorre ao acaso, isto é, em cerca de metade das células, o *X* materno (herdado da mãe) fica ativo, nas demais, o ativo é o *X* paterno. No caso dessa menina, em todas as células o *X* quebrado e translocado é que permaneceria ativo, como acontece sempre que há uma translocação de um cromossomo *X* para um autossomo.

Em 1981, Ângela M. Vianna-Morgan, que chefia o laboratório de citogenética humana de nosso laboratório, descreveu os cromossomos de um caso semelhante, em que o ponto de quebra do cromossomo *X* ficava na mesma região *Xp21*. Era o quinto caso descrito no mundo, e em todos o ponto de quebra era o mesmo. Concluiu-se que o gene da distrofia Duchenne deveria estar nessa área. Posteriormente, outros 12 casos semelhantes foram descritos no mundo, entre os quais um pela Escola Paulista de Medicina e dois outros por nosso laboratório. Confirmou-se, portanto, que o loco *D-d* está nessa região do cromossomo *X* e que a quebra cromossômica, quando ocorre aí, altera a função do gene *D* normal, levando ao quadro de distrofia Duchenne.

Em 1985, realizou-se outro avanço importante nos Estados Unidos, a partir de um paciente com distrofia Duchenne que apresentava uma deleção (perda) de um pedaço diminuto do cromossomo *X* na mesma região *Xp21*. Esse menino tinha, além da distrofia, mais duas doenças,

controladas por genes localizados no cromossomo *X*: retinite pigmentar (que pode levar à cegueira) e granulomatose crônica (que afeta o sistema imunitário).

Comparando fragmentos de ADN do menino com os obtidos de um cromossomo *X* normal, descobriu-se que sete pequenos fragmentos de ADN estavam ausentes no paciente, e que o loco da distrofia devia estar parcial ou totalmente incluído num deles. Chegava-se mais perto da localização do gene defeituoso.

Posteriormente, verificou-se que o gene responsável pela distrofia Becker também está nessa região, sendo possivelmente um alelo que se situa no mesmo loco do gene da distrofia Duchenne.

Enquanto as pesquisas prosseguem, os resultados parciais obtidos já trouxeram benefícios importantes. A técnica do ADN recombinante já permite uma melhor identificação das heterozigotas que têm o gene da distrofia Duchenne. Acredita-se também que, dentro em pouco, será possível identificar, pelo diagnóstico pré-natal, todos os fetos de sexo masculino portadores do gene anormal.

do pai o cromossomo *Y*. Num grande número de crianças heterozigotas, cerca de metade receberá *d* e a metade destas (25% do total) receberá o *Y*, formando o grupo de meninos com a distrofia (figura 2).

Além disso, outro grupo de 25% das crianças terá recebido o cromossomo *X* materno que tem o gene *d* e o cromossomo *X* paterno, sem ele. Essas serão as meninas heterozigotas normais (salvo raras exceções), que correm, portanto, o mesmo risco que suas mães: 25% de probabilidade de ter um filho com distrofia e igual probabilidade de ter uma filha heterozigota.

O aconselhamento genético consiste em explicar aos consulentes os riscos que correm e os recursos de que se podem valer para evitá-los, de tal modo que possam decidir, com conhecimento de causa, ter ou não outros filhos e em que condições. Além das entrevistas, entrega-se à família, para futura referência, um sumário dos esclarecimentos prestados.

Na prática, no caso da distrofia Duchenne, o aconselhamento genético constitui tarefa muito mais ampla, abarcando a discussão dos seguintes aspectos: natureza e evolução da doença; tipos de tratamento úteis; tratamentos ineficazes ou prejudiciais e charlatanismo; educação e atendimento psicológico dos pacientes e dos demais membros da família; métodos anti-concepcionais; diagnóstico pré-natal; orientação das irmãs do paciente e de outras mulheres da família quanto aos riscos de terem a ter filhos com a doença.

No nosso caso, esses serviços são prestados por uma equipe constituída por geneticista, neurologista, fisioterapeuta, psicólogo e assistente social, que pertencem à Associação Brasileira de Distrofia Muscular. Trata-se de uma instituição beneficente, fundada em 1981 e com sede no Departamento de Biologia da Universidade de São Paulo.

Interessamo-nos em saber se, além de seus benefícios diretos e imediatos, o aconselhamento genético contribui para diminuir o nascimento de crianças que apresentariam a doença. Com esse intuito, entramos em contato com 574 mulheres que o haviam recebido três a 13 anos antes e analisamos seu desempenho reprodutivo no período. Os resultados mostraram que as mulheres em risco tinham tido menos 169 crianças que seus irmãos normais. Isso corresponde à prevenção do nascimento de 42 meninos que teriam distrofia Duchenne e de outro tanto de meninas heterozigotas.

Como saber se uma mulher normal é heterozigota? Salvo casos raros, o exame de seu desempenho muscular nada esclarece, pois a presença de *D* em suas células garante o bom funcionamento dos músculos das heterozigotas.

Se já teve um filho com distrofia Duchenne, mas trata-se de um caso isolado (único na família), a mulher é considerada heterozigota provável, mas não certa, porque o gene *d* pode não ter sido transmitido por ela, e sim ter surgido, por mutação do gene *D*, durante a formação da crian-

ça. Nesse caso, o risco de repetição da doença em irmãos é praticamente nulo, pois a mutação é muito rara e a probabilidade de que ocorra duas vezes na mesma família é desprezível.

Invertendo este raciocínio, pode-se considerar heterozigotas certas as mulheres que têm mais de um filho e um irmão com distrofia Duchenne.

A ocorrência de casos isolados valoriza a determinação dos níveis da creatinocinase e da piruvato-cinase no sangue materno, pois em 80% das heterozigotas certas, ainda que não apresentem nenhum sinal clínico, detecta-se algum aumento dessas enzimas, embora muito inferior ao que se verifica nos meninos que têm a doença. É possível também utilizar os níveis enzimáticos das filhas normais da mãe do caso isolado para estimar com maior precisão a probabilidade de ser ela heterozigota. Nossas investigações demonstraram ainda que é mais vantajoso usar nos cálculos os níveis das duas enzimas conjuntamente. Na prática, todos esses recursos, somados, permitem estimativas mais satisfatórias dos riscos.

Há cerca de cinco anos, atendemos um menino com distrofia muscular que, por coincidência, tinha também deficiência do hormônio de crescimento. A evolução do processo distrófico era benigna, como a da distrofia muscular Becker. Entretanto, o estudo de sua genealogia mostrou haver na família mais nove meninos com distrofia caracteristicamente do tipo Duchenne (figura 3). Isto nos levou à suspeita de que a deficiência do hormônio de crescimento atenuava a evolução do quadro distrófico. Publicamos, então, a descrição desse quadro clínico e sugerimos que talvez se pudesse usar, no tratamento da distrofia Duchenne, um inibidor do hormônio de crescimento.

Uma pesquisa que corroborava esta hipótese havia sido publicada por um grupo de pesquisadores norte-americanos, liderado por S. B. Chyatte. Esses autores tentaram tratar meninos com distrofia Duchenne por meio do hormônio de crescimento, com base no fato de que este, quando administrado a crianças normais, provoca um aumento da síntese das proteínas. No teste com crianças com a distrofia, observaram entretanto, surpresos, que ocorrera exatamente o contrário: uma maior destruição de proteínas. Isto os levou a concluir que o hormônio de crescimento é prejudicial em casos de distrofia Duchenne porque provavelmente acelera a síntese de certas enzimas diretamente responsáveis pela destruição das proteínas musculares.

Em 1981, um grupo de pesquisadores do Japão, coordenado por T. Totsuka, relatou uma descoberta que também dava

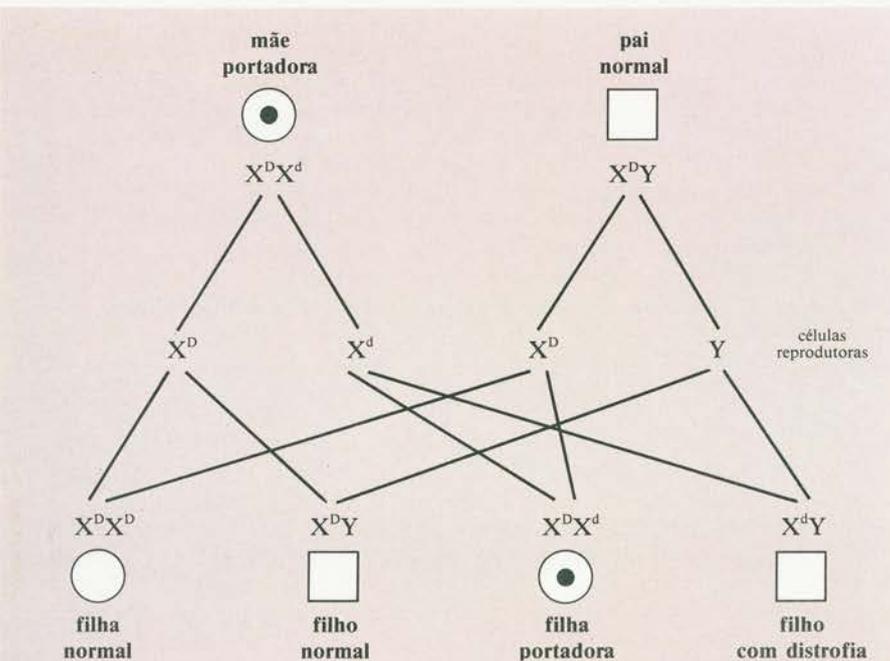


Fig.2. Quando uma mulher portadora do gene *d* da distrofia Duchenne engravida, o risco de que a criança seja um menino com a doença é de 25%. É igual a probabilidade de que a criança seja uma menina normal, porém portadora do gene *d*. Por isso, quando ocorre um caso de distrofia Duchenne é importante verificar, pelo estudo das enzimas moleculares, quais das mulheres da família têm, e quais não têm, grande probabilidade de serem portadoras do gene *d*.

apoio à nossa hipótese. Cruzando camundongos com distrofia muscular com outros que tinham deficiência de hormônio de crescimento, obtiveram, entre os descendentes, alguns que, embora tivessem herdado os genes das duas anormalidades, eram anões, mas não tinham distrofia.

Atualmente, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, um grupo liderado por S. Verjovski-Almeida está estudando a influência da supressão do hormônio de crescimento sobre o quadro distrófico. A pesquisa está sendo feita com galinhas que apresentam distrofia muscular progressiva.

Levando em conta nossa sugestão, um grupo de pesquisadores norte-americanos, chefiado por P.T. Collip, tratou nove meninos que tinham distrofia muscular Duchenne com um inibidor do hormônio de crescimento. O objetivo era verificar as alterações metabólicas e clínicas resultantes. Os meninos tinham entre cinco e 14 anos de idade, e, portanto, apresentavam comprometimento muscular muito diverso. Terminado o experimento, ao fim de seis meses, não ficou demonstrada nenhuma influência do tratamento sobre o curso da enfermidade. Os autores recomendaram que

e com maior segurança do que pelo tratamento de vários meninos com distrofia comparado ao de um grupo de controle emparelhado por idade e estágio de afecção com o grupo experimental.

Os pais dos gêmeos mostraram-se desejosos de experimentar qualquer tratamento que oferecesse alguma esperança de atenuar o progresso da distrofia e concordaram em que um deles, escolhido ao acaso, tomasse comprimidos com o inibidor do hormônio de crescimento enquanto o outro tomaria um placebo (comprimidos idênticos, mas sem o inibidor).

Com o auxílio de colegas, analisamos os aspectos éticos do experimento, e concluímos que ele se justificava plenamente. Pelas seguintes razões: (1) nenhum tratamento testado de maneira adequada mostrara-se, até então, capaz de retardar a marcha da doença; (2) não havia demonstração direta de que o uso de um inibidor do hormônio de crescimento tivesse qualquer efeito terapêutico sobre o curso da distrofia, já que o experimento de Collip não fora conclusivo; (3) restava, porém, uma ilação teórica sobre um possível efeito do tratamento, que tínhamos o dever de testar, para não nos omitirmos ante a possibilidade de vir a favorecer os portadores de distrofia; (4) se o resultado do experimento fosse positivo, sua publicação promoveria a generalização de um tratamento que atenuaria o desconforto de todos os portadores de distrofia; (5) como efeito colateral indesejável do tratamento, previa-se apenas uma redução do crescimento, o que é um mal menor quando comparado aos que advêm do progresso costumeiro da doença; (6) o inibidor tem outro efeito colateral, este favorável: controla a obesidade, distúrbio comum nos portadores de distrofia, que limita ainda mais sua mobilidade.

Testamos então o medicamento pela técnica do duplo anonimato, que preserva a interpretação dos resultados de qualquer tendenciosidade do pesquisador, mesmo inconsciente. Aquele que preparava os frascos de comprimidos para cada gêmeo — e sabia, portanto, quem tomava o inibidor e o placebo —, não tinha contato algum com os meninos ou sua família e não conversava sobre a pesquisa com os membros da equipe que avaliavam o estado geral e o desempenho muscular dos gêmeos.

Os exames padronizados a que os meninos eram submetidos a intervalos de dois meses incluíam: medidas de peso e altura; testes de habilidade motora; tempo para realizar tarefas predeterminadas como subir quatro degraus, levantar-se da cadeira, correr dez metros etc; medida da força muscular por meio de aparelho próprio; determinação das enzimas musculares. Os níveis do hormônio de crescimento foram medidos antes e depois do experimento.

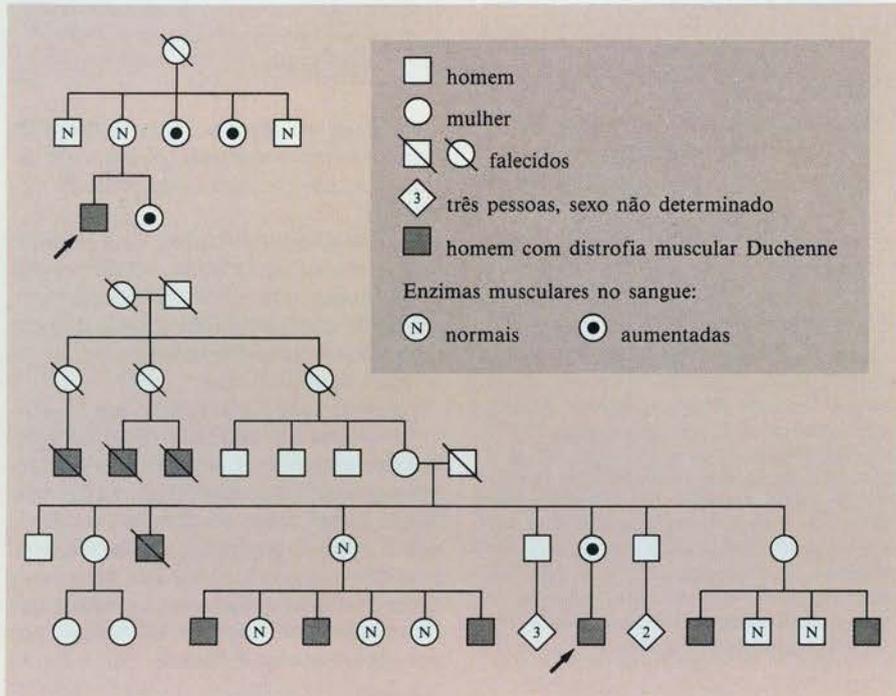


Fig. 3. Estas duas genealogias mostram como se transmite o gene da distrofia muscular Duchenne. Os símbolos ligados, por baixo, a uma mesma linha horizontal referem-se a irmãos. Para simplificar, representa-se apenas um dos membros do casal.

A família menor tem um único membro com distrofia (seta), mas o estudo das enzimas musculares mostrou que sua irmã e duas tias são portadoras do gene *d*. Por isso também a mãe deve ser considerada portadora do gene *d*, embora tenha as enzimas em nível normal. Do contrário, como explicar a presença desse gene em seu filho e em sua filha? É evidente que, embora só haja um portador da doença na família, este a recebeu da mãe: não se trata de mutação nova. A outra família é a do menino (seta) que tem distrofia Duchenne benigna associada a deficiência de hormônio do crescimento. Os outros nove casos são de distrofia Duchenne típica. Do estudo dessa família surgiu a hipótese de que um inibidor do hormônio de crescimento talvez fosse benéfico para os portadores da doença.

Ao longo dos últimos 50 anos, várias drogas foram experimentadas no tratamento da distrofia Duchenne: entre outras, a adrenalina, vários aminoácidos, vitaminas E e B₆, esteróides anabólicos, nucleosídeos e nucleotídeos, coenzimas, corticosteróides, a penicilamina e, mais recentemente, bloqueadores de cálcio. Nenhuma delas se mostrou eficaz, e esses tratamentos foram abandonados nos Estados Unidos e na Europa. Na prática, o que beneficia os pacientes é uma fisioterapia passiva, importante para evitar contraturas musculares.

se fizesse, quando possível, novo teste, por tempo maior, incluindo-se na pesquisa um controle, para comparação.

A oportunidade para a realização de tal pesquisa apresentou-se a nós, em condições especialmente favoráveis, porque tínhamos atendido em nosso laboratório de aconselhamento genético um par de gêmeos idênticos, de sete anos, com distrofia Duchenne. Como a doença estava no mesmo estágio em ambos, era possível tratar um dos gêmeos e comparar sua evolução com a do irmão. Se a terapia tivesse alguma eficácia, isso ficaria demonstrado em menos tempo

Ao cabo de um ano, terminado o experimento, verificou-se que o processo distrófico progredira significativamente mais no menino que tinha tomado o placebo do que no irmão que tomara o inibidor (figura 4). Por outro lado, a determinação dos níveis de hormônio de crescimento mostrou que o inibidor bloqueara de fato a liberação desse hormônio, como o mostra a figura 5. Além disso, a altura do menino que tomara o inibidor praticamente não se alterara durante o experimento, enquanto o irmão crescera 3,5 centímetros (figura 6). Os



Fig. 4. O teste de habilidade motora baseia-se em 20 tarefas padronizadas, como levantar uma cadeira, pular num pé só etc. Atribuem-se dois pontos à realização de cada tarefa sem ajuda, um ponto à realização com ajuda e zero ao seu não-cumprimento. O máximo de pontos é, portanto, 40. No início do experimento, ambos os gêmeos alcançavam 28 pontos. Aquele que tomou o inibidor do hormônio de crescimento manteve esse desempenho, mas seu irmão, que tomava o placebo, perdeu oito pontos ao longo do ano.

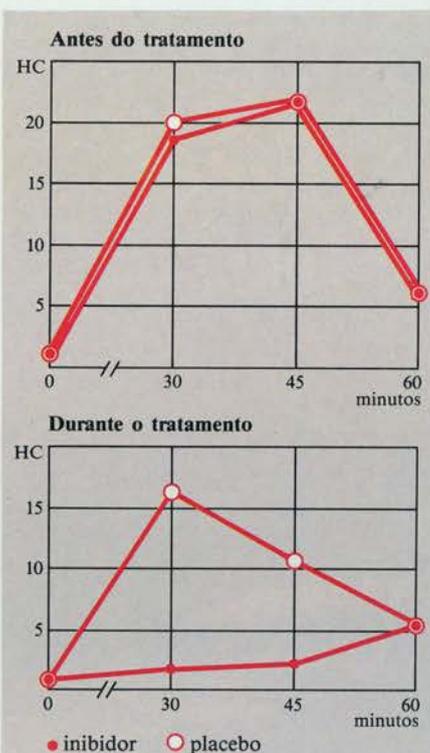


Fig. 5. Dosou-se o hormônio de crescimento (HC) no sangue dos dois gêmeos antes que tivessem tomado L-dopa (substância que facilita a liberação do HC para o sangue) e 30, 45 e 60 minutos depois. No teste realizado antes do experimento com o inibidor de HC, os dois responderam do mesmo modo. No teste feito durante o experimento, o gêmeo que tomava placebo reagiu como antes, mas o que tomava o inibidor de HC não liberou mais que sete nanogramas por mililitro de sangue. Isso mostrou que o inibidor de fato bloqueia a liberação do HC.

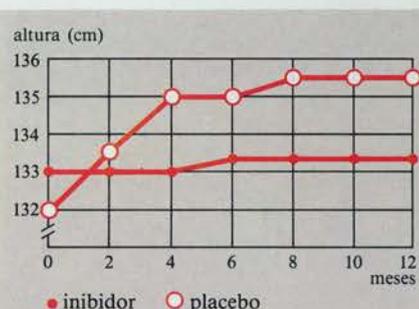


Fig. 6. O gêmeo que tomou placebo cresceu 3,5 centímetros durante o ano. O que tomou inibidor do hormônio de crescimento, apenas 0,5 centímetro. A diferença principal ocorreu nos primeiros quatro meses. Depois, ambos entraram em uma pausa no ritmo de crescimento.

dados sugerem, portanto, que o inibidor do hormônio de crescimento é realmente capaz de atenuar a marcha do processo distrófico.

Diante desses resultados, cuja publicação está sendo preparada, iniciamos um projeto para tratar com o inibidor do hormônio de crescimento um grande número de meninos com distrofia Duchenne, de diferentes faixas de idade.

Nossa pesquisa não sugere que o tratamento promova a regressão do comprometimento muscular já existente, ou que detenha em definitivo a evolução da doença. Ainda assim, o uso do inibidor, ao diminuir o ritmo de progressão da doença, proporciona um enorme benefício aos portadores de distrofia. Esperamos também que ele aponte caminhos para a busca de novos progressos terapêuticos.

CENTROS DE ACONSELHAMENTO GENÉTICO PARA DISTROFIAS MUSCULARES PROGRESSIVAS

Curitiba: Dra. Marta Pinheiro, Departamento de Genética, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Jardim das Américas, CEP 80000, Curitiba, PR, tel.: (041) 234-1714.

Porto Alegre: Dra. Maria Raquel Santos Carvalho, Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Annes Dias 112, 13º andar, CEP 90000, Porto Alegre, RS, tel.: (0512) 21-7225.

Rio de Janeiro: Prof. Daisy Neves Falcão Conceição, Departamento de Genética, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Bl. A, Ilha do Fundão, CEP 21491, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 280-8043.

Salvador: Prof. Maria Rita Passos Bueno, Laboratório de Genética Médica, Hospital Professor Edgard Santos, 6º andar, CEP 40000, Salvador, BA, tel.: (071) 245-6611, ramal 216.

São Paulo: Dra. Mayana Zatz, Departamento de Biologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Rua do Matão 277, 3º andar, Cidade Universitária, CEP 05499, São Paulo, SP, Caixa Postal 11461, tel.: (011) 210-2122, ramal 261.

Vitória: Prof. Eliete R. Bortolini, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Marechal Campos, 1468, CEP 29000, Vitória, ES, tel.: (027) 243-1739.

Além desses centros especializados, os departamentos de biologia (genética) das outras universidades também orientam a respeito das distrofias musculares progressivas.



SUGESTÕES PARA LEITURA

FALCÃO-CONCEIÇÃO D.N., GONÇALVES PIMENTEL M.M., BAPTISTA M.L. e UBATUBA S., "Detection of carriers of X-linked gene for Duchenne muscular dystrophy by levels of creatine kinase and pyruvate kinase", *J. Neurol. Sci.*, vol. 62, p. 171-180, 1983.

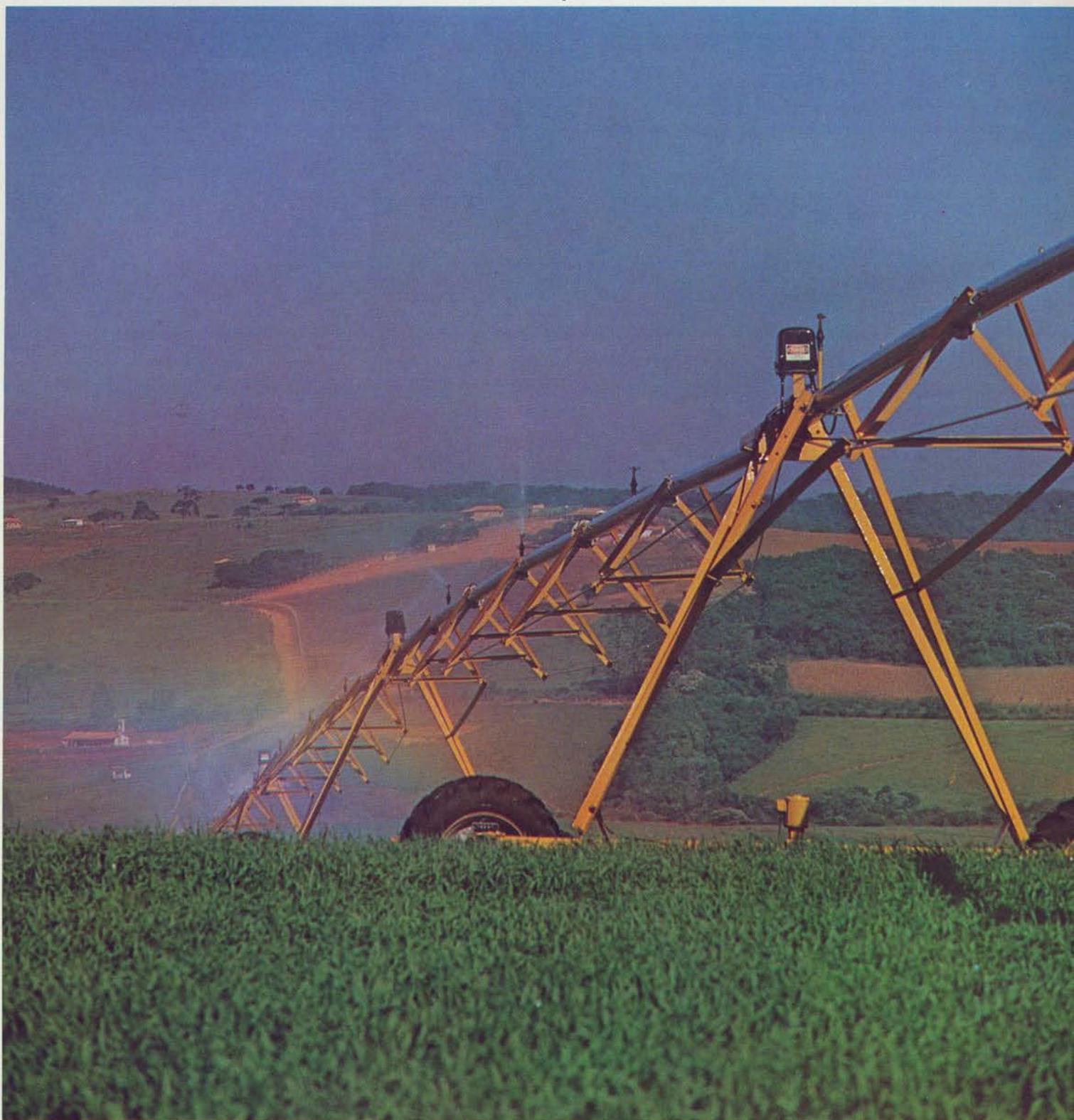
PASSOS M.R. e ZATZ M., "Creatine-kinase (CK) and pyruvate-kinase (PK) activities in cord blood of normal neonates: application to Duchenne muscular dystrophy screening programmes", *Am. J. Med. Genet.*, vol. 16, p. 367-372, 1983.

ZATZ M. e OTTO P.A., "The use of concomitant serum pyruvate-kinase (PK) and creatine-phosphokinase (CKP) for carrier detection in Duchenne's muscular dystrophy through discriminant analysis", *J. Neurol. Sci.*, vol. 47, p. 411-417, 1980.

ZATZ M., TOLEDO S. e FROTA-PESSOA O., "Suggestion for a possible mitigating treatment of Duchenne muscular dystrophy", *Am. J. Med. Genet.*, vol. 10, p. 305-308, 1981.

ZATZ M., BETTI R.T.B. e FROTA-PESSOA O., "Treatment of Duchenne muscular dystrophy with growth-hormone inhibitors", *Am. J. Med. Gen.* (no prelo).

EM TODOS OS MOMENTOS, EM TODOS OS LUGARES



ENERGIA DE SÃO PAULO, ÀS SUAS ORDENS.

TODOS OS DIAS, TODAS AS NOITES, VOCÊ FICA LIGADO NA ENERGIA DE SÃO PAULO. A ENERGIA DE SÃO PAULO VIVE LIGADA EM VOCÊ. MODERNIZANDO NOSSA AGRICULTURA, PROMOVENDO A ELETRIFICAÇÃO RURAL, CONTRIBUINDO PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS. É A CESP, A CPFL, A ELETROPAULO E A COMGÁS, A SERVIÇO DA COMUNIDADE.

**ENERGIA DE
SÃO PAULO**
ADMINISTRAÇÃO UNIFICADA
CESP
CPFL
ELETROPAULO
COMGÁS



GOVERNO MONTORO

S.O.S. Co

Maria Julia da Costa Belém, Clarisse Rohlf, Débora de Oliveira Pires e Clovis Barreira e Castro
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Paulo Secchin Young

Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola,
Universidade Estadual Paulista

raais



Plexaurella grandiflora de Piúma, Espírito Santo, endêmica no litoral brasileiro, fotografada em aquário.

As antiqüíssimas estruturas dos ambientes coralinos beneficiam numerosas espécies de algas e animais, pertencentes a quase todos os grupos, que ali se reproduzem. Forma-se assim um extraordinário ciclo biológico, que apresenta processos únicos de produção de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes. Entre os corais e hidrocorais brasileiros é grande a presença de espécies endêmicas, formadoras de conjuntos faunísticos sem similar. Mesmo assim, na busca de lucros, usa-se até dinamite contra esse patrimônio natural.

Entre todos os ecossistemas, são os ambientes coralinos que provavelmente apresentam maior eficiência na absorção de carbono e nitrogênio, bem como maior produção de matéria orgânica, fenômenos que dependem em larga medida de um equilíbrio biológico complexo e muito característico. A multiplicação de pesquisas e de publicações sobre o assunto tem contribuído para ressaltar a importância científica e econômica desses ambientes, sujeitos em diversos países a rigorosas normas de proteção. No Brasil, tal preocupação data de, pelo menos, 1969, ano em que Aylthon Brandão Joly, Eurico Cabral de Oliveira Filho e Walter Narchi, da Universidade de São Paulo, apresentaram o projeto de criação do Parque Nacional Marinho da região de Abrolhos, no litoral da Bahia, iniciativa finalmente oficializada em 1983 (ver "Um parque nacional para Abrolhos", em *Ciência Hoje* n.º 2). Em 1979, também depois de muitas lutas, foi criada a Reserva Biológica do Atol das Rocas, com o mesmo objetivo.

Mas, infelizmente, parece distante a efetiva solução do problema. Os recifes e demais regiões coralinas — que se estendem por mais de 3.000 quilômetros ao longo da costa brasileira — vêm sofrendo, em ritmo crescente, atentados que ameaçam ou mesmo desfiguram flora e fauna, com conseqüências danosas sobre a complexa reciclagem de nutrientes e a sobrevivência das espécies. Em certos casos, tal situação compromete inclusive a proteção do litoral.

Os corais verdadeiros (ou pétreos) são cnidários antozoários da ordem Scleractinia. Como anêmonas-do-mar, zoantídeos, octocorais e demais antozoários, o indivíduo (ou pólopo) tem a forma de um cilindro oco, fechado na parte inferior e expandido para cima. Forma-se aí um disco oral, em cujo centro está a boca, única abertura do corpo, que se apresenta cercada por um ou vários círculos de tentáculos (figura 1). O interior do cilindro, ou cavidade gastrovascular, é dividido em câmaras por lâminas carnosas, chamadas septos gástricos ou mesentérios, onde se desenvolvem os órgãos reprodutores (gônadas) e os filamentos que concentram as glândulas produtoras de enzimas proteolíticas, substâncias essenciais à digestão de proteínas. Um tubo oco e ciliado (faringe) estabelece a comunicação entre a boca e a cavidade gastrovascular, funcionando também como válvula que permite a manutenção da pressão hidrostática dentro da cavidade única do animal.

Tanto a parede da faringe como a do resto do corpo (base, disco oral, coluna e tentáculos) são constituídas por duas camadas de

tecidos: a epiderme (externa) e a endoderme (ou gastroderme), separadas entre si por um estrato intermediário chamado mesoglêia, de consistência gelatinosa e portador de células provenientes das duas camadas. A epiderme (principalmente no caso dos tentáculos) e a endoderme (principalmente no caso dos filamentos gástricos) apresentam grande número de nematocistos, estruturas intracelulares que geralmente contêm secreções peçonhentas, destinadas à paralisação da presa ou à defesa do próprio animal e do território que habita. Algas microscópicas chamadas zooxantelas vivem em simbiose (isto é, em associação) dentro das células endodérmicas das espécies hermatílicas (que participam da construção dos recifes) e de outros antozoários (figura 2).

Além de conter cílios cujo movimento produz uma corrente de água, a faringe dos pólipos fabrica um muco que também auxilia na remoção de sedimentos que eventualmente logram passar pelo disco oral. Não há defesa, porém, contra a sedimentação excessiva, que literalmente entope os pólipos, causando sua morte.

Alguns antozoários vivem isolados de seus semelhantes. Outros, como a maioria dos corais, constituem colônias que apresentam grande variedade de forma, cor, tamanho e tipos de construção. A reprodução sexuada ocorre com fecundação externa ou interna (figura 3). A larva resultante (plânula) apresenta cílios e permanece em suspensão, integrada ao plâncton, até fixar-se em local apropriado. As colônias podem originar-se de uma plânula recém-fixada ou do crescimento vegetativo de colônias preexistentes, neste caso por reprodução assexuada.

Desde o início de seu desenvolvimento, os pólipos de coral secretam carbonato de cálcio pela epiderme da base, formando assim seu esqueleto externo, que cresce entre as lâminas carnosas a que nos referimos. Assim, cada pólopo pode retrair-se para o interior de um cálice (ou coralito). Nesta situação, eles se capacitam a resistir melhor a injúrias ou à dessecação que pode ocorrer durante as marés baixas. Como a comunicação entre os pólipos se faz por cima do esqueleto, normalmente toda a superfície superior da colônia permanece recoberta de tecido vivo.

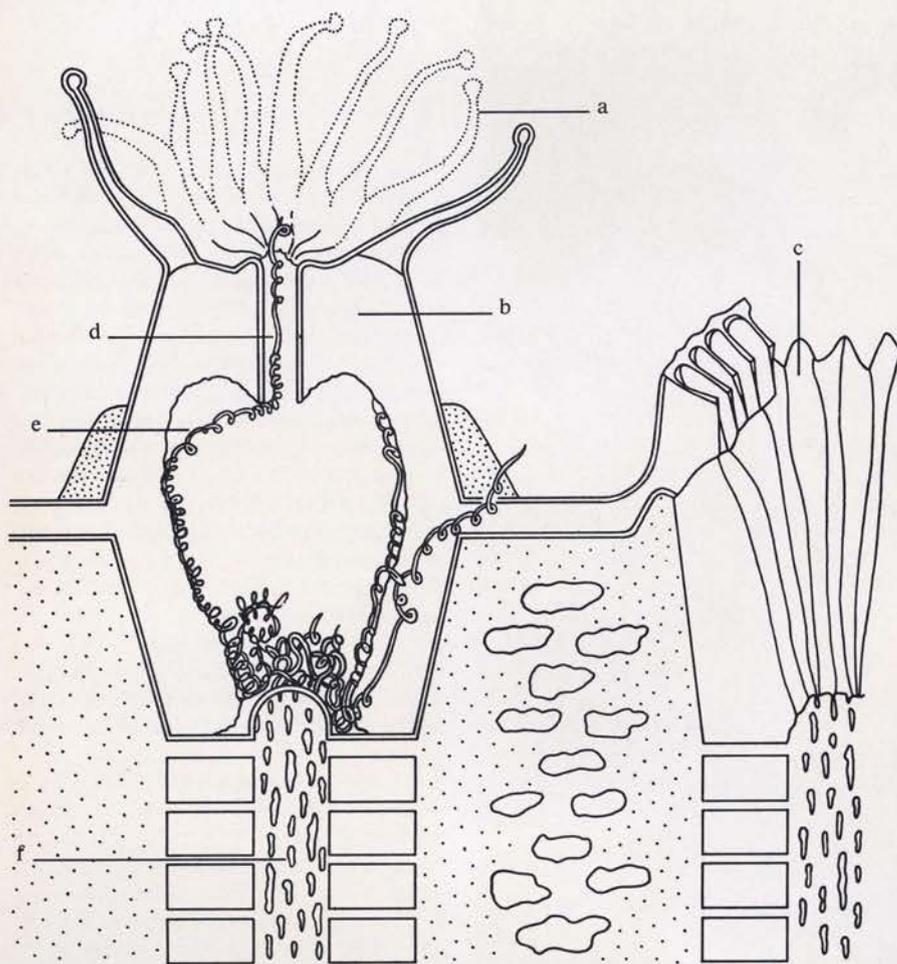


Fig. 1. Desenho esquemático de um pólopo de coral (cortado longitudinalmente) e de suas relações com seu esqueleto e com a colônia, onde (a) tentáculos; (b) septo mesentérico; (c) esclero-septo (resultante do crescimento do esqueleto entre os septos mesentéricos); (d) faringe; (e) filamentos; (f) columela (estrutura formada na junção dos esclero-septos).

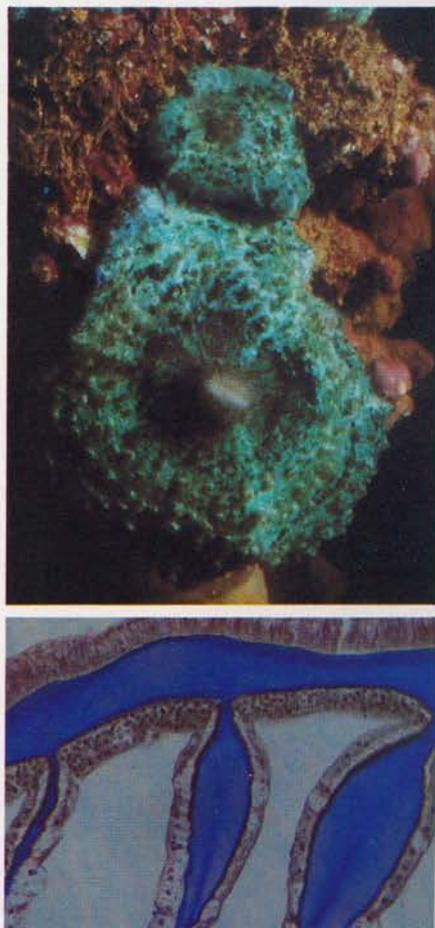


Fig. 2. Acima, cor e aspecto do disco oral de *Discosoma carlgreni* (Watzl, 1922) em seu ambiente natural. Abaixo, fotomicrografia de um corte transversal de *Discosoma carlgreni*. Observe-se a incrível concentração de zooxantelas na endoderme da coluna, que é uma "zona de cultivo".

fotos C. B. Castro



foto C. B. Castro

Fig. 3. *Siderastrea stellata* desovando em aquário.



foto C. B. Castro

Fig. 4. *Zoanthus nymphaeus* (pólipos maiores), até agora só encontrado, no Brasil, em Arraial do Cabo (RJ) e no Espírito Santo; e *Palythoa brazilensis* (pólipos menores), endêmico no Brasil.

É extraordinária a biologia dos ambientes coralinos, que interessa a todas as áreas das ciências naturais, inclusive a farmacologia. Ali, a produção de matéria orgânica e a reciclagem de nutrientes seguem processos únicos, que precisam ser mais bem estudados. Podemos chamar os corais recifais de “agricultores do mar”, pois eles — assim como os gorgonáceos, os zoantídeos (figura 4) e várias espécies de anêmo-

nas que habitam regiões coralinas — abrigam grande número de zooxantelas, algas marinhas da família Dinophyceae que, como vimos, vivem em simbiose dentro das células da endoderme, constituindo assim o “fitoplâncton aprisionado”. Por isso, necessitam de águas rasas e bem iluminadas, onde realizam adaptações de forma, comportamento e estrutura para expor as “hortas de zooxantelas” à máxima luz.

A fotossíntese realizada por essas minúsculas algas produz mais compostos orgânicos e oxigênio do que os corais hospedeiros necessitam. Assim, durante o dia, geralmente com tentáculos retraídos e “zonas de cultivo” (figura 5) distendidas em busca de luz, estes últimos repassam ao ambiente substâncias valiosas para o incremento do ciclo biológico. Além disso, as zooxantelas participam ativamente de reações que levam à formação e fixação do carbonato de cálcio nos esqueletos dos corais verdadeiros e hidrocorais (figura 6). Para tal, elas utilizam e reciclam o gás carbônico, logo transformado em íons de carbonato e bicarbonato, que reagem com os íons de cálcio ativamente bombeados para fora pela epiderme dos pólipos. A calcificação que ocorre nos corais de águas profundas ou em outras situações de obscuridade — feita portanto sem a participação das zooxantelas — demora até 14 vezes mais.

A maioria dos cnidários recifais pode ocupar diferentes níveis tróficos na cadeia alimentar do ecossistema a que estão integrados. Podem, inclusive, alimentar-se de sua “horta” interna de algas, que são fagocitadas e digeridas em regiões especializadas do organismo de certas espécies que, portanto, podem ser consideradas herbívoras. Esse é um dos mecanismos que permitem o controle do tamanho das populações de algas no interior de cada pólipo.

À noite, com disco oral e tentáculos geralmente expandidos, com estruturas de cultivo contraídas, as espécies recifais se tornam, como os demais cnidários, carnívoras. Com a ajuda de correntes produzidas pelos cílios, ingerem zooplâncton; com os nematocistos dos tentáculos ou dos filamentos gástricos, caçam crustáceos, moluscos e outros animais. Assim, ocupam outro nível trófico. Segundo alguns pesquisadores, há espécies de corais recifais que também podem alimentar-se das fezes de alguns peixes, assumindo, neste caso, papel detritívoro.

A complexidade da teia alimentar é imensa. Pólipos de corais, anêmonas e zoantídeos liberam permanentemente um muco que contém nematocistos e exerce diversas funções, da defesa contra predadores à proteção contra a dessecação em marés muito baixas. Esse muco é utilizado na alimentação de várias espécies de zooplâncton, de animais do fundo do mar (*benthos*), de alguns peixes e até de bactérias. Estas também se utilizam da matéria orgânica em suspensão, compartilhada

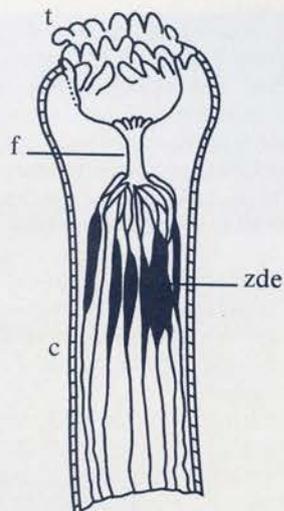


Fig. 5. *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1767) é uma espécie que se alimenta de sua “horta interna”. Aqui, em desenho esquemático a partir de um pólipo cortado longitudinalmente, podemos observar a zona digestivo-excretora (zde) dos filamentos, repleta de zooxantelas, onde (t) tentáculos; (c) coluna; (f) faringe.

por diversas espécies, reciclando-a em minerais. Nitratos e fosfatos reverterem para as algas, o fitoplâncton e as zooxantelas.

A complexidade da teia alimentar, a variedade de flora e fauna e a diversidade de habitat tornam os ambientes coralinos — quando em equilíbrio — altamente produtivos e auto-suficientes. Como os mares tropicais são em geral pobres em nutrientes, esses ambientes beneficiam não apenas seus habitantes permanentes, mas também outras espécies, como os peixes, que têm ali local privilegiado para a reprodução. Como se sabe, quanto mais complexo um ecossistema, mais delicado seu equilíbrio.



foto C. B. Castro

Fig. 6. Pólipo fundador de coral (*Siderastrea stellata*) obtido em laboratório. Notar as zooxantelas (pontos marrons) já presentes no disco oral e nos tentáculos.

As construções coralinas são as maiores erigidas na Terra por qualquer ser vivo, exceto o homem. Durante seu crescimento, mesmo onde não se formam verdadeiros recifes, numerosas reentrâncias, grutas e cavidades criam substrato para fixação e abrigo de numerosas espécies de algas e animais de praticamente todos os grupos, que ali se reproduzem. Mesmo as colônias hemisféricas são habitadas por diversas espécies — moluscos, crustáceos, sipúnculos —, algumas altamente especializadas e capazes de perfurar o calcário para construir habitações e obter alimento.

A forma das colônias varia. As planas e as hemisféricas — chamadas, estas últimas, cabeças-de-coral — são maciças, mas há também as que se dispõem à maneira de ramos de árvore e apresentam crescimento de até três centímetros por ano, três vezes mais rápido do que as primeiras. Por vezes, as perfurações em recifes de coral exigem centenas de metros para que se atinja a base vulcânica. Pode-se perceber, portanto, que a formação dessas imensas estruturas demandou muitos milhões de anos, acompanhando as diversas oscilações, de grande envergadura, havidas na altura do nível dos mares.

A maioria dos recifes brasileiros está fixada sobre um substrato de origem mineral

ou biológica. Em sua construção e crescimento participam, além dos corais, outros seres vivos, como protozoários com carapaça (Foraminifera), hidrozoários coralinos (Milleporina), octocorais (Coenothecalia e outras), esponjas (Sclerospongiae), algas calcárias (Melobesiaceae) e moluscos da família Vermetidae.

Recifes de coral e corais recifais ocorrem em condições ambientes bem delimitadas: águas rasas e iluminadas (favoráveis à fotossíntese realizada pelas zooxantelas), com temperaturas entre 25 e 29°C, salinidade próxima a 36‰ e baixo número de partículas em suspensão. Encontram-se, por isso, nas regiões tropicais, de onde partem correntes quentes em direção aos pólos.

No Brasil, as espécies hermatípicas de corais e hidrocorais ocorrem apenas nas costas nordeste e leste, especialmente na área compreendida entre o cabo de São Roque (RN) e o sul da Bahia. No entanto, é preciso distinguir, dentro desta vasta região, distintas subáreas, separadas entre si por verdadeiras barreiras naturais, formadoras de zonas desfavoráveis. É o caso, por exemplo, da desembocadura do rio São Francisco, que carrega continuamente grande quantidade de sedimentos, deslocados para o sul pela corrente do Brasil, impedindo o desenvolvimento de

qualquer recife de coral ao largo de Sergipe e do litoral norte da Bahia (figura 7).

Na subárea restrita ao norte do São Francisco existem diversos pequenos recifes do tipo plataforma, com seis a dez metros de altura, fixados em substrato rochoso e alinhados em direção à costa. Ao longo de Alagoas e no sul de Pernambuco, região de águas limpidas, a maior parte da superfície submersa dos recifes é recoberta por 14 espécies de corais e hidrocorais. Já entre o norte de Pernambuco e o Rio Grande do Norte, onde as águas são mais turvas, algas constituem a cobertura básica das partes internas (isto é, voltadas para o litoral) dos recifes, e os corais se concentram nas áreas externas (voltadas para o mar aberto).

Ao sul da formidável barreira representada pelo São Francisco, a primeira zona de corais é a baía de Todos os Santos, que abriga 16 espécies em suas águas bem claras. Segue-se, até o norte de Porto Seguro (BA), uma zona que recebe a vazão de inúmeros rios, sendo portanto imprópria ao desenvolvimento dos corais. No sul da Bahia, ao largo da região de Alcobaça-Caravelas, há a estonteante área de Abrolhos, onde se encontram o maior conjunto de recifes do Brasil e a maior diversidade de espécies de corais e hidrocorais, num total de 18. Apreciados

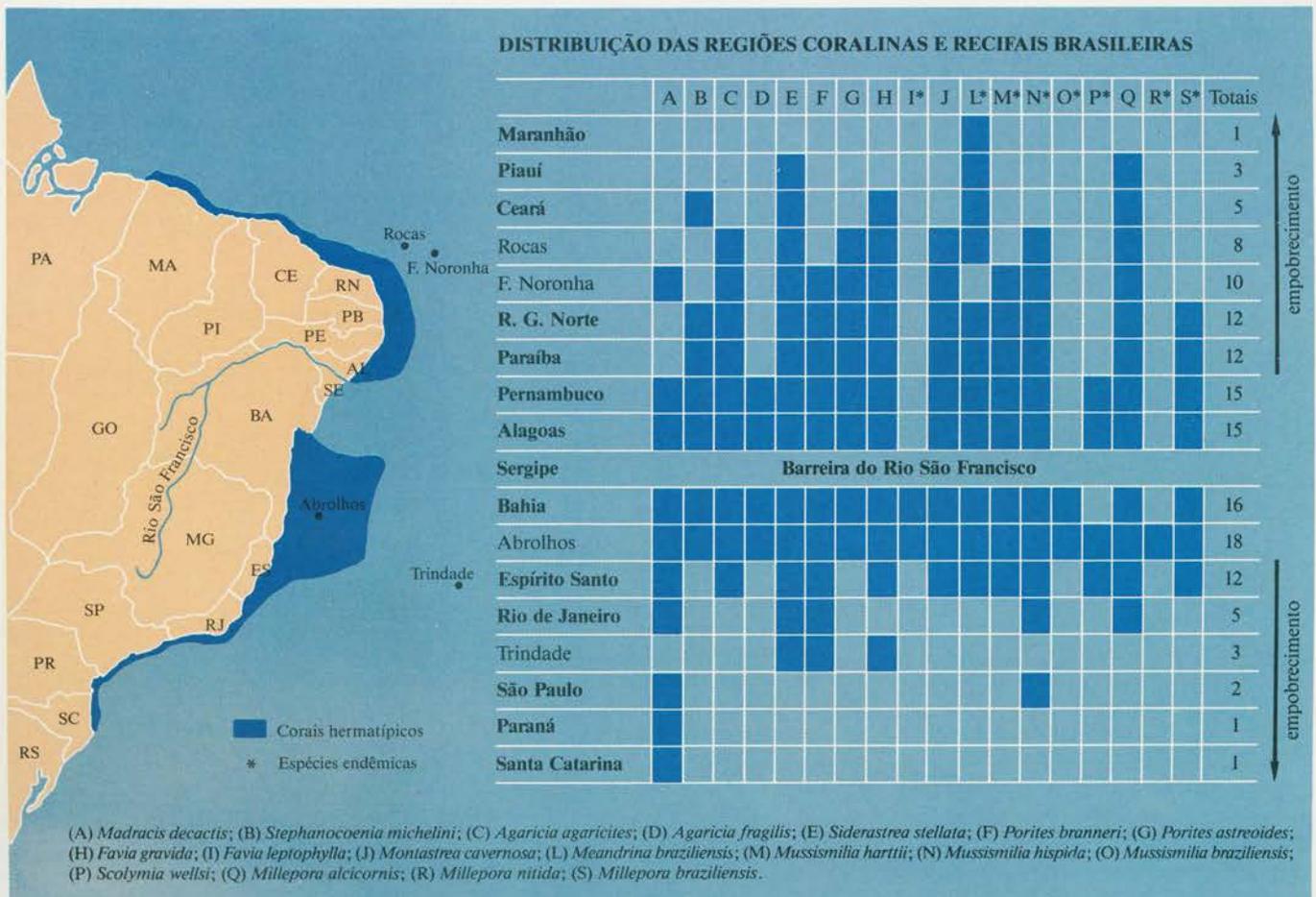


Fig. 7. A tabela mostra o número de espécies de hidrocorais e de corais hermatípicos presentes em cada região.



Fig. 8. *Favia gravida*, fotografada em Fernando de Noronha. Espécie resistente à elevação da temperatura e a sedimentos em suspensão, apesar de seus pólipos relativamente pequenos.

pelos biólogos marinhos como área de estudo e de preservação, cobijados pelos profissionais da caça e coleta submarina, tais recifes são formados basicamente de chapeirões, edifícios coralinos submersos que atingem cerca de 30 metros de altura. Em nenhuma outra parte do mundo foram observadas formações semelhantes: os chapeirões mais próximos à costa se fundiram, formando plataformas, como nos casos dos recifes da Pedra Lixa e de Itacolomis; os situados nas zonas mais oceânicas mantiveram-se independentes, constituindo o parcel de Abrolhos.

Há muitos anos pesquisadores brasileiros realizam — geralmente por conta própria — expedições esporádicas à região, que necessita ser estudada de forma mais sistemática e profunda. É provável, inclusive, que ela tenha desempenhado importante papel ao longo da história que conduziu à atual distribuição geográfica dos corais hermatípicos e hidrocorais brasileiros, funcionando, durante as glaciações, como um verdadeiro reservatório de espécies, essencial para os sucessivos repovoamentos de toda a costa.

Dependendo de sua capacidade de adaptação, algumas espécies hermatípicas distribuem-se um pouco mais ao norte ou ao sul da grande região litorânea que reúne as condições mais favoráveis. Os fatores limitantes da distribuição são distintos nos dois casos: no primeiro, atuam o grande número de partículas em suspensão e o alto grau de sedimentação; no segundo, o esfriamento da água. Do cabo de São Roque em direção ao norte do Brasil, a presença de espécies diminui gradativamente: cinco nas costas do Ceará, três ao largo do Piauí, apenas uma quando se atingem as praias do Maranhão. Ao sul, o litoral do Espírito Santo, zona de transição entre as faixas tropical e subtropical, apresenta 12 espécies; este número cai para cinco em Cabo Frio (RJ), duas em Santos (SP) e uma, recém-descoberta, na altura de Santa Catarina. Deve-se destacar, no entanto, que as baías de Cabo Frio, bem protegidas

e com águas de temperatura mais elevada do que o padrão local, apresentam verdadeiros oásis coralinos, último refúgio de certas espécies tropicais. Já a ilha de Trindade, ao largo do Espírito Santo, apresenta apenas três espécies de corais hermatípicos, por causa da influência local das águas subtropicais.

Fernando de Noronha e Atol das Rocas, ilhas oceânicas em zona tropical, não apresentam qualquer formação tipicamente recifal, mas abrigam significativa diversidade de espécies: respectivamente, dez e oito (figura 8). Resultando basicamente da deposição de algas calcárias, o Atol das Rocas não tem correlação com os mais conhecidos atóis dos oceanos Índico e Pacífico, cujas estruturas são formadas principalmente por corais (figura 9). A fauna de Fernando de Noronha e das Rocas, contudo, é tipicamente coralina e bem adaptada às características locais.



Fig. 9. O Atol das Rocas não é um verdadeiro recife de coral; foi construído principalmente por algas calcárias.

Apesar de abrigarem um número relativamente pequeno de espécies, os corais hermatípicos e os hidrocorais brasileiros constituem um conjunto faunístico único, com grande percentagem de espécies endêmicas. Não encontramos no Brasil formas arborescentes, predominando, entre as 18 espécies (oito das quais endêmicas), as de aspecto maciço e de crescimento lento. Por outro lado, a presença de algas calcárias é sempre abundante, embora a densidade varie conforme a região. Outras características dos ambientes coralinos brasileiros são a existência de extensas coberturas de algas e/ou zoantídeos (com uma espécie endêmica destes últimos) e a marcante presença de octocorais da ordem Gorgonacea (com cinco espécies endêmicas em um total de nove).

O estudo sistemático e detalhado dos zoantídeos e dos octocorais brasileiros foi iniciado há poucos anos, em nosso laboratório. Classificamos 39 espécies e 26 gêneros destes últimos, num trabalho que constatou a existência, em nossas águas, de 12 espécies endêmicas e revelou três novas espécies, quatro novas associações entre espécies e gêneros, diversas sinonímias (unificação de espécies antes consideradas distintas) e novas ocorrências. Criou-se assim nova base para a classificação dos octocorais brasileiros.

Quanto aos zoantídeos, encontramos até agora dez espécies, distribuídas em cinco gêneros, todos presentes em regiões coralinas e espalhados por cerca de 80% do litoral e ilhas oceânicas do Brasil. Cinco dessas espécies foram registradas pela primeira vez em nossas águas. Delas, uma é endêmica e quatro ocorrem geralmente em populações densas e grandes, constituindo parcela significativa da biomassa das regiões coralinas.

A densidade das populações de corais de diversos recifes vem sendo afetada há muito pela depredação com fins comerciais e o aumento do número de partículas em suspensão nas águas litorâneas, resultante da sedimentação carregada pelos rios. Tal processo, mais acentuado nas áreas costeiras situadas ao norte do São Francisco, deriva em parte do desmatamento, de usos inadequados da terra, da poluição causada nos rios pelos engenhos de açúcar e de obras governamentais.

Também são incalculáveis os prejuízos causados pela quantidade e variedade de poluentes industriais lançados ao mar em certas áreas como a baía de Todos os Santos. No litoral do Espírito Santo, a especulação imobiliária e os dejetos da Aracruz Celulose, carregados pelo rio Pereguê-açu, estão dizimando as poças de maré características da região, causando o virtual desaparecimento de todos os gorgonáceos e a interrupção do crescimento das cabeças-de-coral. Em Arraial do Cabo (RJ), a Companhia Nacional de Alcalis lança permanentemente resíduos de barrilha numa área litorânea onde todas as espécies de



foto Clárisse Rohlfis

Fig. 10. Acima, *Phyllogorgia dilatata* (Esper, 1806), espécie de Gorgonacea endêmica nas regiões coralinas brasileiras. À direita, *Condylactis gigantea*, entre colônias de *Palythoa*, fotografada em Arraial do Cabo (RJ), onde ocorria em grande densidade populacional e hoje está quase extinta.

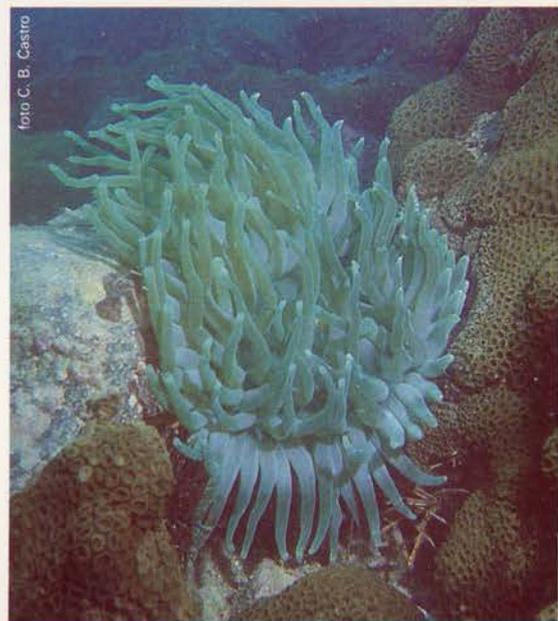


foto C. B. Castro

PRINCIPAIS DANOS E AMEAÇAS AOS CORAIS E RECIFES BRASILEIROS

Regiões	Esgotos domésticos	Resíduos industriais/ óleo	Soterramento Dinamitação	Retirada de calcário	Caça submarina	Retirada de bentos para aquários
Rocas						
F. Noronha						
R.G. Norte						
Paraíba Pernambuco						
Alagoas						
Baía de Todos os Santos						
Abrolhos						
Espírito Santo						
Rio de Janeiro São Paulo						
S. Catarina						

coral já desapareceram. Aos agrotóxicos usados nas lavouras somam-se agora o vinhoto (subproduto da produção de álcool) e o petróleo, cuja presença ao longo da costa é crescente por causa de vazamentos, de esgotos oriundos de postos de gasolina, de acidentes ou de lavagem inescrupulosa (e ilegal) de navios.

É lamentável constatar que o ritmo de crescimento da poluição tem sido muito maior do que o das pesquisas voltadas para avaliar seus efeitos e apontar medidas para detê-lo. No entanto, o que sabemos já é bastante para soar o alarme (ver "Em defesa dos corais"). Metais pesados e radionuclídeos são fixados por certos seres vivos e transmitidos em cadeia para todos os integrantes das fases

posteriores do ciclo alimentar. Por outro lado, a presença de petróleo na água tem efeito abortivo nos corais, com liberação prematura de larvas incapazes de sobreviver em suspensão na água e, muito menos, de se fixar. Nas larvas suficientemente desenvolvidas, o petróleo produz assincronia de movimentos ciliares, aguda contração da faringe e violentas tentativas de escape, levando a um estresse fisiológico que tem como consequência a incapacidade de fixação. Assim, mesmo que a quantidade de petróleo ou o tempo de exposição não sejam suficientes para matar muitas colônias adultas, a reprodução é interrompida.

Grandes obras governamentais com forte impacto ecológico foram levadas adiante

nos últimos anos sem o aval da comunidade científica. Contrariando pareceres de biólogos e pressões de setores da opinião pública, o projeto de construção de um porto em Suape (PE) foi iniciado, com desvio do curso de rios, aterro de manguezais e dinamitação de partes do recife considerado "o mais belo do Brasil" pelo especialista francês Jacques Laborel. É importante notar que a comunidade científica da região, impressionada com a riqueza faunística e protéica dos estuários e manguezais que compunham a baía de Suape, já havia apresentado um projeto de desenvolvimento para a região, com baixíssimo custo ecológico e centrado na aquacultura.

Há um plano do Estado Maior das Forças Armadas (EMFA) no sentido de transformar Fernando de Noronha em grande pólo turístico, o que constitui mais uma terrível ameaça de devastar uma área ainda pouco perturbada. Segundo os jornais, tal projeto demandaria a ampliação do aeroporto

Em defesa dos corais

local e a construção de um porto, de uma caríssima usina de dessalinização da água do mar e de grandes hotéis. Não é preciso grande esforço para imaginar os danos à avifauna, aos golfinhos, aos invertebrados bentônicos (principalmente os corais) que advirão do tráfego de grande número de embarcações e aviões, da presença multiplicada de mergulhadores e das próprias obras (ver "Fernando de Noronha: a atual ameaça").

A depredação profissional tem duas finalidades principais. A primeira é a produção de calcário, que envolve quebra ou dinamitação dos recifes, práticas que ocorreram na ilha de Itaparica e, segundo pescadores, ocorrem até hoje em Abrolhos. Na região de Itaipava, Itaoca e ilha do Francês, no Espírito Santo, uma firma retira por dia, através de dragagens, cinco toneladas de calcário. Na praia de Itaipava, encontramos duas grandes "cabeças" de *Montastrea cavernosa* (figura 12) — uma das quais com cerca de 80 anos de idade — jogadas na praia pelas dragas da empresa Firmisa, naturalmente mortas. Todas as espécies bentônicas são duplamente atingidas pela dragagem no fundo do mar: há as que são simplesmente arrancadas e mortas, e há as que escapam da ação direta, mas têm que enfrentar o aumento de partículas em suspensão na água.

A segunda finalidade resulta da prática de ornamentar aquários marinhos com esqueletos de coral. A legislação, além de falha, não é cumprida. Na prática, qualquer um pode mergulhar e retirar o que quiser dos fundos marinhos. Observações pessoais e denúncias de moradores, veiculadas diretamente ou através da imprensa, dão conta de uma parte da incrível devastação realizada na região de Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo, de onde

Fig. 11. Costão direito da praia do Forno, vendo-se à direita a entrada do porto (praia dos Anjos), ao fundo a ilha de Cabo Frio e parte da baía de Arraial do Cabo, onde o "oásis coralino" está quase esgotado pela predação e há derrame de esgotos e óleo.

Reunida em julho de 1984 com o patrocínio da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, da Fundação Getúlio Vargas, do Museu Nacional/UFRJ e da Sociedade Nacional de Agricultura, a II Conferência Brasileira de Proteção à Natureza aceitou por unanimidade moção preparada no âmbito da Comissão Técnica de Recursos Faunísticos, que reproduzimos abaixo. Infelizmente, apesar dos dois anos transcorridos, trata-se de texto ainda atual que, junto com outros do mesmo tipo, deve ser objeto de apreciação inclusive na Assembléia Nacional Constituinte a ser eleita ainda este ano. A única modificação havida neste intervalo foi a elaboração de um plano de manejo — ainda não implementado — para a região de Abrolhos.

Considerando que a fauna brasileira coralina é única, caracterizada pela presença de grande número de espécies endêmicas e de crescimento lento;

que a extraordinária biologia dos corais e da maioria das espécies coralinas de cnidários faz com que possam ocupar todos os níveis tróficos, inclusive o de produtores primários, tornando os ecossistemas coralinos altamente produtivos e enriquecedores nas águas tropicais, geralmente pobres em nutrientes;

que a destruição de um único exemplar pode ser comparada à destruição de uma horta, seu agricultor e seus habitantes, representando um passo a mais no empobrecimento do meio em geral;

que, nos últimos anos, com o modismo de aquários marinhos, a predação de corais e espécies recifais chegou em níveis intoleráveis no "oásis coralino" de Cabo Frio (RJ), no litoral do Espírito Santo e no

sul da Bahia, atingindo inclusive o Parque Nacional de Abrolhos (figura 11);

que, à ação supracitada dos comerciantes de animais marinhos, somam-se os efeitos da crescente poluição das águas costeiras por inseticidas, sedimentos, vinoto, resíduos industriais e petróleo, bem como a ação nefasta de obras governamentais repudiadas pela comunidade científica (como as do Complexo Industrial-Portuário de Suape, em Pernambuco);

que o conhecimento pleno dos recifes e regiões coralinas brasileiras ainda carece de longos e metódicos estudos e trabalhos de campo,

os conservacionistas e cientistas reunidos na II Conferência Brasileira de Proteção à Natureza

propõem que sejam imediatamente proibidas a captura e a comercialização, em todo o território nacional, de todas as espécies marinhas não comestíveis, de modo que as espécies ornamentais — à semelhança da fauna silvestre — só possam ser comercializadas se e quando comprovadamente criadas em cativeiro;

que a autorização de captura para pesquisa seja dada somente a instituições e pesquisadores comprometidos com o estudo dos grupos ou ecossistemas em questão;

que os órgãos competentes realizem efetiva fiscalização e repressão da captura e comercialização ilegais, bem como da poluição de qualquer origem;

que os órgãos federais atuem de maneira integrada — entre si e com os órgãos estaduais — na fiscalização e repressão das atividades ilegais;

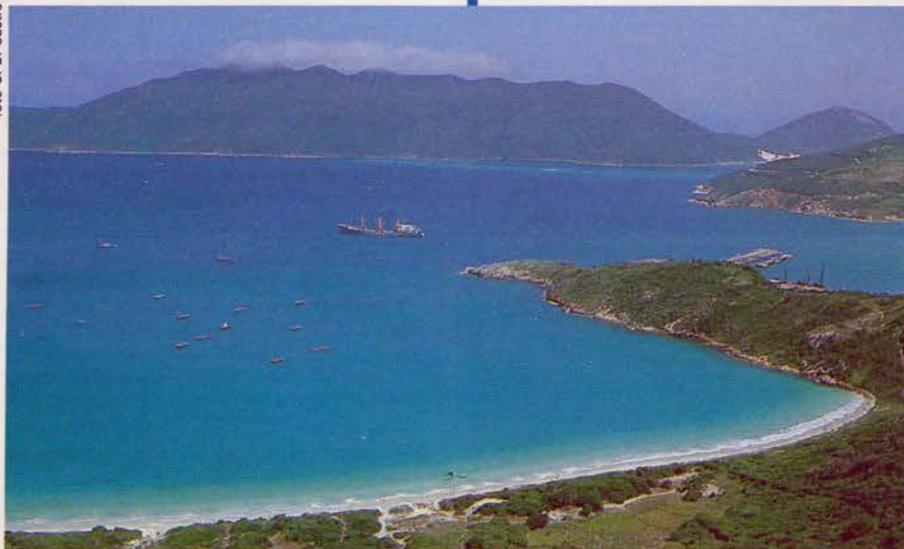
que seja elaborado, o mais rapidamente possível, o plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Abrolhos, com a participação das instituições e pesquisadores que conhecem a região e nela têm trabalhado;

que seja montada uma infra-estrutura capaz de favorecer o desenvolvimento de pesquisas acuradas e prolongadas no referido parque, na Reserva Biológica do Atol das Rocas e nas demais ilhas oceânicas brasileiras;

que não se implemente nenhuma obra, governamental ou não, capaz de afetar a vida coralina, sem ouvir, desde a fase de planejamento, a comunidade científica, sobretudo os pesquisadores especializados e conhecedores das regiões potencialmente ameaçadas;

que sejam feitas as necessárias modificações na legislação atual, de modo a abrigar as sugestões acima.

foto C. B. Castro



partem furgões lotados com caixas de corais, *Millepora*, gorgonáceos e anêmonas-do-mar. Os coletores, locais ou não, alteraram em poucos anos a paisagem submarina, de tal forma que há áreas em que se tem a impressão da passagem de um trator: rastros de *Millepora* quebradas, corais arrancados e quase nada de gorgonáceas.

Espécies de anêmonas-do-mar, altamente adaptadas a ambientes coralinos, em geral não sobrevivem muito tempo em aquário. Uma delas, *Condylactis gigantea*, praticamente não é mais encontrada em Arraial do Cabo, único local onde ocorria em densidade relativamente alta. Outra, *Homostichanthus duerdeni*, está rareando no Espírito Santo.

Com o esgotamento do oásis de Cabo Frio e adjacências, os profissionais da devastação estão se deslocando para o Espírito Santo e o sul da Bahia, onde se localiza nosso único parque nacional marinho. É preciso detê-los. Antes que seja tarde demais.

Fig. 12. Duas "cabeças" (a maior com mais de 80 anos) mortas, depois de arrancadas pela draga da Firmisa (ao fundo) e jogadas na areia.

Fernando de Noronha: a atual ameaça

Em recente visita ao arquipélago de Fernando de Noronha, constatamos que a presença humana já traz diversos problemas, que deverão somar-se a novos em caso de incremento da ocupação. O primeiro grupo de problemas é óbvio: esgoto, lixo, óleo e outros subprodutos das atividades do homem apresentarão incremento proporcional. Mas os impactos começarão desde antes da chegada dos novos contingentes. Com o início das obras de infraestrutura, desastres ecológicos de grande envergadura podem ocorrer em todo o arquipélago por causa de modificações físicas que criem, no ambiente, barreiras à livre circulação da água e de sedimentos, modificando a dinâmica local — ainda largamente desconhecida — desses elementos. Conhecê-la — tarefa que não é fácil — é condição necessária ao planejamento de qualquer projeto.

Pudemos observar que é grande a mo-

vimentação dos sedimentos. Se perturbada, podem ocorrer distúrbios imprevisíveis nesta dinâmica, levando a acúmulos e retiradas indesejáveis de material. Importantes concentrações de fauna bentônica correm o risco de soterramento, com eliminação de animais sésseis (como os corais) e sérios prejuízos para os que se encontram nos níveis seguintes da cadeia alimentar. A gravidade dessa ameaça torna-se ainda maior pelo fato de que grande parte da fauna e da flora da área ainda é pouco conhecida. Sabe-se, no entanto, que se encontram ali espécies endêmicas das ilhas oceânicas brasileiras.

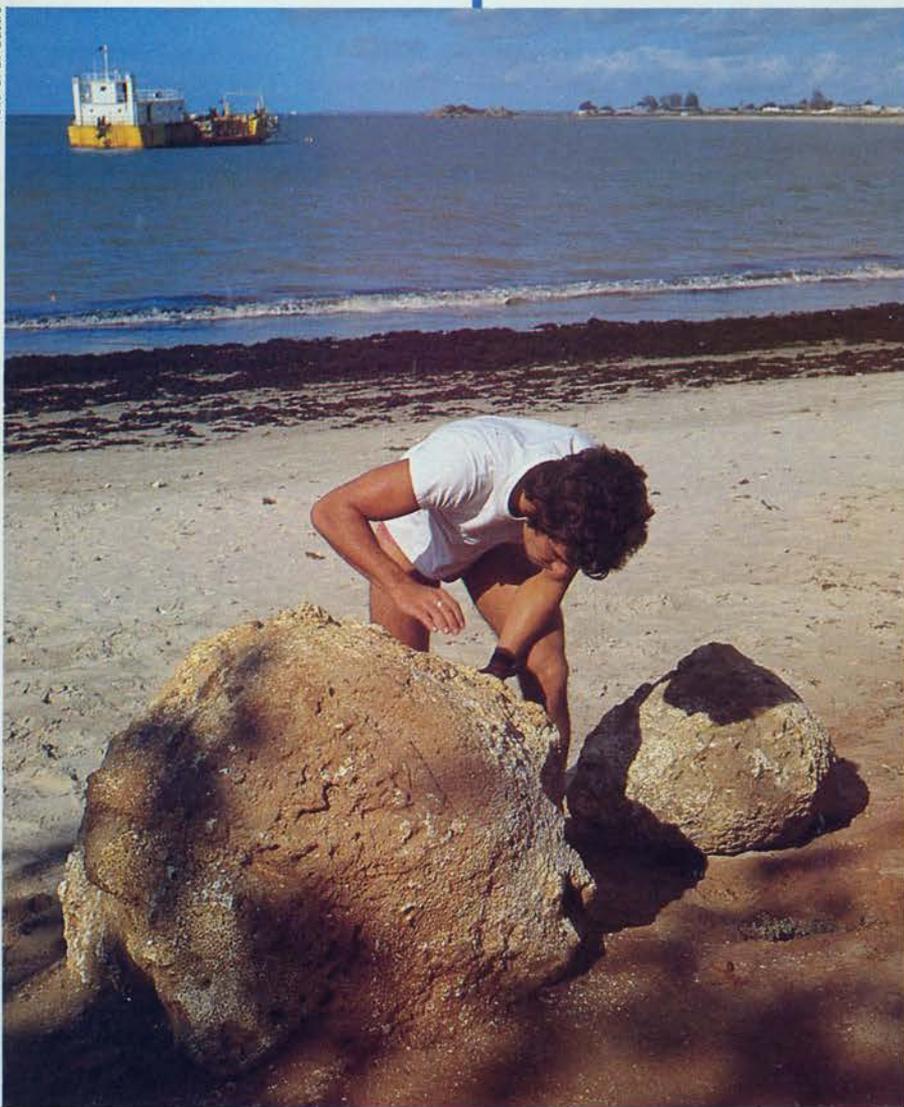
Outro problema é a vulnerabilidade a que estão sujeitas várias espécies animais. As mais procuradas pelo homem — para comércio ou consumo direto — correm o risco de drástica diminuição populacional ou mesmo desaparecimento.

Algumas situações já são absolutamente críticas. Segundo Marcelo Cabeda, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, apenas cinco tartarugas desovam atualmente na praia do Leão. Por outro lado, pescadores garantem que já houve grande diminuição na população de espécies comestíveis, como o caranguejo *Gecarcinus lagostoma*. Nos últimos anos, o aumento de barcos e de turistas também vem causando diminuição no número de golfinhos que procuram a baía dos Golfinhos, o que mostra a necessidade de não aumentarmos os níveis atuais de aproximação, ou seja, máximo de dois barcos e/ou dez mergulhadores de cada vez.

Grandes desastres econômicos e sociais sempre se seguem à destruição dos ambientes. O que acontecerá ao ecossistema do arquipélago se o número de turistas quadruplicar?

Clovis Barreira e Castro e
Débora de Oliveira Pires

foto C. B. Castro



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BELÉM M.J.C., CASTRO C.B. e ROHLFS C., "Notas sobre *Solanderia gracilis* Duchassaing & Michelin, 1846, do parcel de Abrolhos, Bahia - Primeira ocorrência de Solanderiidae (Cnidaria, Hidrozoa) no litoral brasileiro". *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, vol. 54, n.º 3, p. 585-588, 1982.
- JOLY A.B., OLIVEIRA FILHO B.C. e NARCHI W., "Projeto de criação de um parque nacional marinho na região de Abrolhos, BA". *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, vol. 41 (suplemento), p. 247-251, 1969.
- LEÃO Z.M.A.N., ARAÚJO T.M.F. e NOLASCO M.C., "Recifes de corais no estado da Bahia", *Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil*, p. 225-258, Rio de Janeiro, 1982.

Mercado de corais

Elga Mañal

Departamento de Zoologia,
Universidade Federal de Pernambuco

Basta ir a praças e supermercados de Recife para comprar hidrocorais e madreporários. Para os turistas, eles são oferecidos na porta dos hotéis. Dos primeiros, vende-se principalmente *Millepora alcicornis* e, em menor quantidade, *Millepora braziliensis*. Conhecidos popularmente como corais-de-fogo, ambos são importantes nas formações de recifes. Dos madreporários, os mais encontrados no comércio são *Siderastrea stellata*, *Mussismilia harttii* e, principalmente, *Mussismilia hispida*, cujas colônias se formam em tufos calcários facilmente quebráveis. Espécies de *Montastrea*, *Favia* e *Agaricia* também se fazem presentes, em menor escala, nas atividades de compra e venda.

A coleta é indiscriminada, com quebra de partes das colônias que não podem ser arrancadas inteiras. Há notícias de que, em praias do litoral sul de Pernambuco — ricas em corais —, usa-se dinamite para extrair colônias de corais hermatípicos de maiores dimensões. A esse comércio soma-se o de peixes de recifes, que são inclusive exportados para outras regiões. Até pessoas ligadas a universidades participam dessas coletas.

A riqueza e a originalidade das formações coralíneas do Atlântico tropical começaram a ser reconhecidas em 1960, pois até então elas eram consideradas reflexos do que ocorria nos oceanos Índico e Pacífico. Hoje se sabe que, apesar de apresentar menor superfície, o Atlântico tropical possui, no tocante a certos grupos, maior heterogeneidade do que os outros oceanos. É provável que isso se deva ao fato de se ter isolado tardiamente (no início do Mioceno) do mar Tétis (ver "Rastros de um mundo perdido", em *Ciência Hoje* n.º 15), a mudanças nas correntes, à repartição das massas d'água (ligada à abertura progressiva do Atlântico sul) e, finalmente, à influência das glaciações. Entre as conseqüências desses processos encontra-se o isolamento, no Neoceno, da região faunística brasileira pela barreira biogeográfica dos estuários amazônicos.

Ainda não conhecemos bem o modo de distribuição de vários gêneros e espécies ao longo da vasta região tropical atlântica, que tem como centro o Caribe. As listas publicadas são incompletas, e os autores divergem

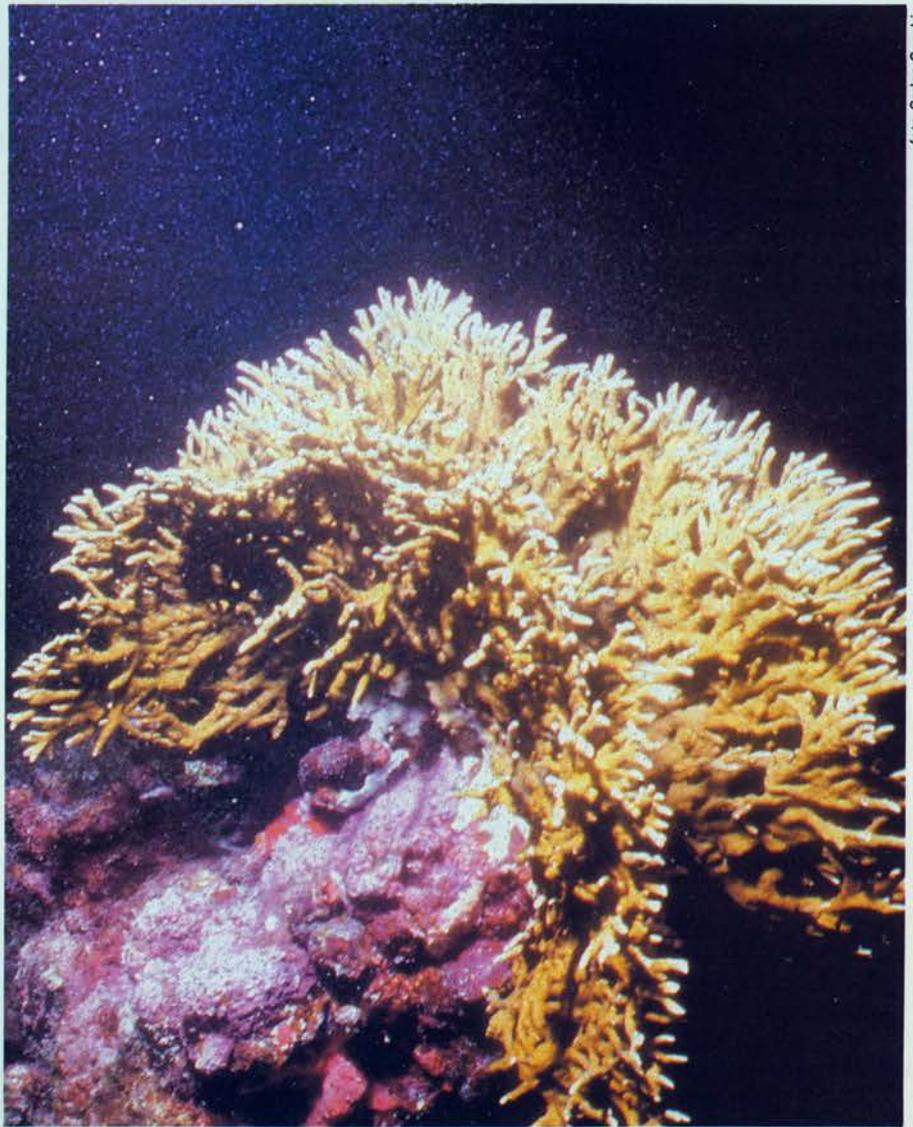


foto Carlos Secchin

quanto a certas taxas. As formas mais frequentes e desenvolvidas nessa região biogeográfica são os recifes de franjas ou de plataforma, além dos vastos conjuntos não estruturados, como o de Abrolhos.

Excetuando trabalhos esporádicos de pesquisadores que aqui estiveram de passagem, o estudo dos recifes brasileiros foi inaugurado pelo francês Jacques Laborel, que publicou em 1969 um levantamento centrado nos madreporários e hidrocoralinos. No entanto, as condições de trabalho que aqui encontrou não lhe permitiram examinar muitos locais, nem identificar com segurança determinadas espécies. O pesquisador queixou-se, por exemplo, da deficiência das

cartas existentes, o que tornava impossível o mergulho em vários locais. Assim, ainda resta muito a fazer.

Na região de Fortaleza, as amostras estudadas foram fornecidas por mergulhadores locais, pois o pesquisador não pôde coletá-las pessoalmente. No Rio Grande do Norte, o recife João da Cunha, situado ao largo da embocadura do rio Mossoró, não foi visitado (aliás, Laborel afirmava ser necessário comprovar *in loco* se é realmente coralíneo). Mesmo os locais visitados demandam, segundo o próprio Laborel, maiores estudos. Malgrado esses percalços e limitações, seu trabalho nos trouxe informações inéditas e valiosas sobre nossos recifes.

Ecossistema sem s

Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão

Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia

Fotos Carlos Secchin

A aventura se uniu à ciência quando nossa equipe, guiada pela tripulação da escuna Ilha de Itacuruçá, partiu rumo ao mar de Abrolhos. Lá, as câmaras de fotografia e de filmagem começaram a captar, de perto, as ocorrências curiosas — e às vezes espantosas — de um mundo cujo silêncio só era quebrado pelos dispositivos de sonorização que permitiam a discussão *in loco*, pelos mergulhadores, de alguns dos mistérios que envolvem o cenário deslumbrante dos recifes de coral. Um potente sistema de iluminação permitiu incursões noturnas que flagraram peixes dorminhocos, pólipos de corais e penachos de vermes

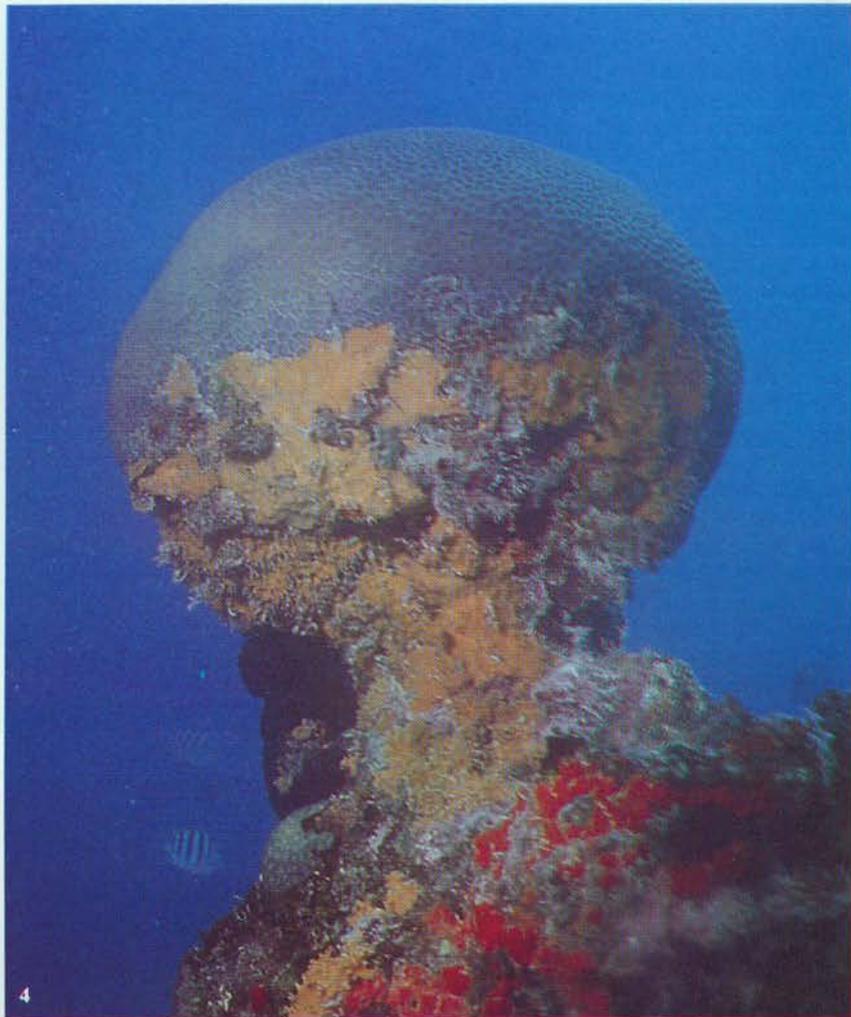
marinhos colorindo a paisagem subaquática.

Parte deste fantástico mundo submerso está dentro dos limites do Parque Nacional Marinho de Abrolhos. Lá, os recifes de coral crescem em colunas de variadas alturas e dimensões laterais, conhecidas pelo nome de chapeirões. A forma cogumelar de crescimento é regra: já pode manifestar-se em uma simples colônia do coral *Mussismilia braziliensis*, com pouco mais de 20 centímetros de diâmetro, um quase nada perto dos chapeirões gigantes da área do parcel dos Abrolhos. Estes alcançam alturas superiores a 20 metros, e seus topos podem ultrapassar 50 metros de diâmetro.



- (1) Mergulhadores pesquisam o fundo do mar em Abrolhos.
- (2) Competição por espaço entre *Millepora alcicornis* (amarela) e *Mussismilia braziliensis*. Notar que parte da superfície da *Millepora* está assumindo a forma do “relevo” da superfície da *Mussismilia*.
- (3) Gobiídeo sobre colônia de coral do gênero *Mussismilia*.
- (4) Colônia de *Mussismilia braziliensis* com forma cogumelar.
- (5) No centro, o coral *Mussismilia hispida*; à esquerda, corais isolados *Scolymia weltsi*.

similar



Nas partes altas e iluminadas predominam o hidrocoral *Millepora alcicornis* e o coral *Mussismilia braziliensis*. Este, principal construtor dos recifes de Abrolhos, só ocorre nas costas da Bahia e forma enormes colônias, com até um metro de diâmetro. O desenvolvimento lateral da “cabeça” dos cogumelos deriva do crescimento ativo dos organismos que necessitam de maior luminosidade, sobretudo os corais e os hidrocorais. Apesar da intensidade luminosa ser menor nas paredes laterais dos chapeirões, o colorido ali permanece esfuziante por causa da presença de corais amarelos e verdes, esponjas e algas vermelhas, gorgônias, anêmonas-do-mar e crinóides.

Mussismilia hispida, *Mussismilia hartii* e *Favia leptophylla* perdem para *M. braziliensis* a competição por espaço nas partes mais altas dos recifes de Abrolhos. Estes corais têm pólipos relativamente grandes, capazes de realizar filtragem eficiente, removendo assim o excesso de sedimento em suspensão na água.

Nos recifes mais próximos à costa, onde é maior a densidade dos chapeirões, as partes altas se encontram, formando bancos ou plataformas recifais com até 20 quilômetros de extensão, como ocorre no parcel das Paredes. O crescimento naturalmente irregular dos chapeirões e dos bancos e plataformas recifais forma imensas galerias e tocas subaquáticas, ocupadas por peixes das mais variadas formas e cores, moréias, lagostas, ouriços e outras pequenas criaturas.

O crescimento incomum dos recifes de Abrolhos não se assemelha às formas (de franja, de barreiras ou de atóis) descritas na literatura pertinente. Ali, as águas não são completamente limpas. Ao contrário. Durante a maior parte do ano, são turvas, pois a agitação causada por temporais suspende novamente o sedimento fino, acumulado no fundo das áreas interrecifais.

Como os corais de Abrolhos resistem nesse ambiente com alto teor de sedimento em suspensão? A resposta deve ser buscada a partir da constatação de que, ali, o número de espécies é inferior à metade do encontrado nas áreas recifais do Atlântico norte. Ou seja: só as formas mais resistentes sobreviveram às condições dos ambientes recifais brasileiros.

Levando em conta a forma de crescimento, o alto grau de endemismo da fauna coralínea, a presença dominante de espécies remanescentes de formas antigas (ausentes nas áreas recifais dos vários oceanos) e a turbidez (alta e quase constante) das águas, pode-se considerar os recifes de Abrolhos como um modelo único e sem similar nos mares de todo o mundo. ■



(6) *Gorgônia Phyllogorgia dilatata*, endêmica em águas brasileiras. Notar a grande variedade de grupos zoológicos recobrendo área reduzida (gorgonáceos, esponjas, ascídias, corais, algas, entre outros).

(7) Hidrocoral *Millepora alcicornis*, nas bordas de um chapeirão.

(8) Peixes (*Gramma loreto*) sobre colônia de *Millepora alcicornis*.

(9) *Plexaurella* sp. A existência desta espécie, até agora desconhecida para a ciência, foi comunicada recentemente na Academia Brasileira de Ciências e sua descrição deve ser publicada brevemente. Foi estudada por Clovis B. Castro.

A COR DA ALEGRIA.



O processo da vida é uma das coisas mais maravilhosas do mundo. É uma das mais complexas, porque a existência de cada ser é, ao mesmo tempo, um fato natural e um verdadeiro milagre.

Por isso a Hoechst pesquisa tanto para descobrir medicamentos, encontrar as causas das doenças e desenvolver testes que facilitem o diagnóstico.

É um esforço monumental. Porque a pesquisa leva muitos anos e a probabilidade de desenvolver um remédio eficaz como [®]Novalgina, [®]Baralgin ou [®]Lasix, por exemplo, é apenas uma em 8.000.

A Hoechst faz esse esforço há mais de cem anos, mas sabe que a doença não se vence apenas com medicamentos. A saúde depende da alimentação, das condições de moradia, dos serviços sanitários, por exemplo. E em todos esses campos a Hoechst está presente.

Se depender da indústria química, a vida terá sempre a cor da saúde, que é da cor da alegria.

Hoechst. Química a serviço da vida.

Hoechst do Brasil Química e Farmacêutica S. A.
Caixa Postal 7333 - 01051 - São Paulo - SP



CIRANDA DA CIÊNCIA

Um projeto Hoechst, Funbec e Fundação Roberto Marinho que estimula a pesquisa entre os jovens.

Hoechst 

“— Gostaria que você não aparecesse ou sumisse tão de repente. Deixa qualquer um tonto.

— Está bem — concordou o gato. E dessa vez desapareceu bem devagarinho, começando pela ponta da cauda e terminando com o sorriso, que ainda ficou suspenso no ar algum tempo depois que o corpo tinha desaparecido.

‘Está aí’ — pensou Alice — ‘já vi muitos gatos sem sorriso. Mas sorriso sem gato! É a coisa mais curiosa que já vi na minha vida’.”

Lewis Carrol, *Alice no país das maravilhas*.



TÁQUIONS

“Se existirem,
é preciso encontrá-los;
se não existirem,
é preciso explicar por quê.”

Erasmio Recami, Maristella Fracastoro-Decker e Waldyr A. Rodrigues Jr.
Departamento de Matemática Aplicada e Instituto de Física, Universidade Estadual de Campinas

Há muito tempo a imaginação dos físicos é atraída pela possibilidade de existência de partículas que se desloquem no vácuo com velocidades superiores à da luz. Pelo que sabemos, foi Lucrecio (cerca de 50 a.C.) o primeiro pensador a referir-se, em *De rerum natura*, a objetos que “devem ir mais rapidamente e mais longe, e percorrer mais espaço no mesmo tempo, do que os raios do Sol quando atravessam os céus”. Ao longo dos séculos, muitas foram as especulações a respeito dessa idéia, aventada entre outros por J. J. Thomson (1889), O. Heaviside (1892), e sobretudo pelo grande A. Sommerfeld (1904 e 1905). Entretanto, por motivos que veremos adiante, o advento da teoria da relatividade especial, formulada por Albert Einstein em 1905, difundiu a convicção de que a velocidade da luz no vácuo é o limite superior de todas as velocidades no universo. Em 1917, R. C. Tolman considerou ter mostrado que a existência de partículas mais velozes do que a luz daria lugar a um paradoxo: a possibilidade de transmissão de informações em direção ao passado (“antitelefone”).

Tais convicções bloquearam as pesquisas sobre as velocidades Superluminais durante várias décadas. Além de um trabalho isolado do matemático italiano Somigliana, os primeiros estudos que, em nosso século, recolocaram a questão foram os do francês H. Arzeliers (1955, 1958), do alemão H. Schmidt (1958), do japonês S. Tanaka (1960), do soviético Ya. P. Terletsky (1960) e, sobretudo, do indiano E. C. George Sudarshan e colaboradores (1962). O caminho aberto por esses últimos foi seguido por muitos pesquisadores, entre os quais Jones e Feinberg (nos Estados Unidos), Recami e colegas (na Europa). Entre 1963 e 1966, Alväger chefiou, no Nobel Institute, as primeiras pesquisas experimentais voltadas para a possível detecção de partículas Superluminais, chamadas por Feinberg de táquions, palavra derivada do grego *ταχύς* (veloz). Às partículas que viajam com velocidade exatamente igual à da luz, como os fótons, chamamos lúxons, enquanto aos objetos subluminais denominamos brádions, termo também de origem grega (*βραδύς* quer dizer lento).

A relatividade especial — que tem sido exaustivamente verificada e constitui, junto com a mecânica quântica, um dos pilares da física moderna — pode se basear em dois postulados:

(a) as leis físicas da mecânica e do eletromagnetismo devem ser as mesmas (isto é, “invariantes em forma”) para todos os observadores inerciais (ou seja, aqueles cujo movimento é retilíneo e uniforme em relação ao chamado “céu de estrelas fixas”, e portanto em relação uns aos outros);

(b) tempo e espaço são homogêneos, e o espaço (vazio) é isotrópico, ou seja, tem as mesmas propriedades em todas as direções.

Einstein mostrou que, quando as distâncias e as velocidades relativas são muito grandes, dois acontecimentos (eventos) da vida de um mesmo objeto podem aparecer, para observadores diferentes, separados por distâncias espaciais (Δx) e temporais (Δt) também diferentes. No entanto, os dois postu-

lados acima enunciados permitem deduzir um resultado importante: deve existir uma — e apenas uma — velocidade invariante (c), tal que seu quadrado tenha o mesmo valor para todos os observadores inerciais. Como se sabe, constatou-se experimentalmente que essa quantidade invariante tem um valor finito e equivale à velocidade da luz no vácuo, de modo que

$$c + v = c.$$

Note-se, de passagem, que a velocidade infinita, se ela existir, não será invariante:

$$\infty + v = V,$$

sendo $V \neq \infty$; a operação “+” não coincide, na composição de velocidades, com a operação de soma aritmética.

Uma das consequências da relatividade especial é que, com o aumento da velocidade (v) de uma partícula subluminal dotada de “massa de repouso” m_0 , sua energia to-

tal (E) aumenta segundo a seguinte fórmula:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad (1)$$

Quando v tende a c , o denominador da fração tende a zero, fazendo com que E tenda ao infinito. Portanto, precisaríamos de forças infinitas para fazer com que um bráidion alcançasse a velocidade da luz. Esta constatação gerou a opinião, bastante difundida, de que a velocidade da luz não pode ser alcançada, muito menos superada.

Mas, ao contrário do que as aparências podem sugerir, isso não encerra a questão. Assim como existem partículas que viajam com a velocidade da luz sem que a tenham alcançado por meio de uma aceleração a partir de velocidades subluminais, também poderiam existir partículas que *sempre* viajam com velocidades V maiores que c . Essa circunstância foi ilustrada por Sudarshan de maneira pitoresca: “Suponhamos que um de-

RELÓGIOS E RÉGUAS EM NEWTON E EINSTEIN

A especificação de determinado acontecimento (ou evento) exige o uso de quatro grandezas. Três delas fixam a localização espacial segundo um sistema de referência construído sobre eixos, enquanto a quarta fornece a localização do evento no tempo. O conjunto de todos os eventos, denominado espaço-tempo, forma o que os matemáticos chamam de uma variedade quadridimensional real.

Na teoria de Newton (1642-1727), a representação matemática do tempo está de acordo com nossos conceitos intuitivos: cada evento recebe uma posição temporal única, independente do estado de movimento do referencial em que se insere. Como consequência, a eventual simultaneidade de dois eventos distantes, uma vez constatada em certo referencial, pode ser estendida para todos os outros, sem ambigüidade. Além disso, a teoria newtoniana admite a existência de um referencial privilegiado, dito em repouso absoluto (SA). Assim, quando não há intervenção de forças que dependam da velocidade, nem a dinâmica, nem a teoria gravitacional de Newton distinguem o SA dos infinitos sistemas de referência que se movem com velocidade uniforme em relação a ele mesmo. Estes formam os chamados referenciais inerciais, que guardam entre si uma relação de equivalência conhecida como Princípio de Relatividade de Galileu.

A origem da relatividade especial — que contou com significativa contribuição de Henri Poincaré, Hermann Minkowski e Hendrick Lorentz — foi a necessidade de reconciliar os conceitos de espaço-tempo,

usados na mecânica de Newton, com as famosas equações de Maxwell que, em meados do século XIX, unificaram a eletricidade e o magnetismo. Elas possuem uma solução que descreve ondas eletromagnéticas com velocidade c , igual a 3×10^8 m/s. Para Maxwell e seus contemporâneos, só tinha sentido falar em tal velocidade relacionando-a a um “meio natural” (o éter) que preenchia o espaço e permanecia em repouso absoluto, servindo assim de suporte material para o SA de Newton. Parecia então que a velocidade da luz não poderia ser c quando medida no contexto de um sistema de referência em movimento em relação ao éter. Experiências idealizadas para provar tal assimetria — e, desta forma, consolidar a coerência dessas idéias — acabaram por colocar um novo (e imenso) problema: a velocidade da luz insistia em mostrar-se invariante em relação a qualquer referencial. Criou-se assim um fosso entre duas teorias físicas consagradas, a eletromagnética e a mecânica.

Para suplantar tal dificuldade (e outras, mais complexas) Einstein partiu de uma conjectura que, elevada depois, por ele mesmo, à condição de postulado, ganhou o nome de Princípio da Relatividade: em todos os sistemas inerciais de referência devem ser válidas, pelo menos em primeira aproximação, tanto as leis da mecânica como as da eletrodinâmica e da óptica. Os atuais livros-textos apresentam este princípio sob uma forma generalizada para todos os fenômenos físicos: as leis físicas são tais que, com seu auxílio, não se pode privilegiar um sistema inercial particular.

Além deste, a relatividade adotou um segundo postulado, concernente ao modo de propagação das ondas eletromagnéticas (luz, por simplicidade): em qualquer sistema inercial, o tempo que a luz necessita para ir de um ponto A para um ponto B não depende do movimento de A. Dentro de certos limites experimentais, este postulado tem suporte empírico, pois o disparo simultâneo, a partir de A, de dois raios de luz (um de fonte parada, outro de fonte em movimento) confirma a hipótese, segundo o ponto de vista do receptor situado em B.

Para funcionar, qualquer laboratório, instalado em qualquer sistema de referência inercial, precisa estar equipado com aparelhos destinados a uma série de medidas, ou seja, “réguas” e “relógios”. As primeiras determinam as relações métricas no espaço; os outros, o tempo. Com a relatividade, colocou-se pela primeira vez a questão: que tempo? A resposta é: aquele que existe no ponto do espaço onde o relógio se encontra.

Para Newton — e para o nosso bom-senso — dois relógios perfeitos, uma vez sincronizados, permanecerão em fase para sempre, independente dos caminhos que seguirem. Mas não é bem assim. Hoje sabemos que relógios reais não se comportam segundo essa vulgar intuição. Aliás, a idéia contrária já é um fato experimental, de modo que o método de sincronizar relógios em diferentes pontos do espaço através do transporte de um relógio-mestre não é operação simples e bem definida. Como então podemos obter essa sincronização? Ou, em outros termos, como podemos de-

mógrafo que estude as populações da Índia afirme ingenuamente que não há ninguém ao norte do Himalaia, pois nunca se conseguiu atravessar essas montanhas. Estaríamos diante de uma conclusão absurda. As populações da Ásia central nasceram e vivem além do Himalaia: elas não precisaram nascer na Índia e depois atravessar as montanhas. O mesmo pode acontecer com partículas mais velozes do que a luz.”

Nosso desafio é mostrar que o problema pode ser colocado, de modo pertinente, nos próprios termos da física contemporânea. Para tal, vamos revisar brevemente os postulados da relatividade especial, considerando desde já partículas sub e Superluminais mas inicialmente, por simplicidade, apenas referenciais do primeiro tipo. Ao contrário da física clássica, a teoria da relatividade considera que as medições do espaço e do tempo não são inde-

pendentes entre si. Não é possível descrever o universo em termos puramente espaciais, pois a simultaneidade é relativa a determinado observador: o que, para um, é a descrição do estado do mundo em certo instante, para outro representa uma série de acontecimentos em instantes diferentes (ver “Relógios e régua em Newton e Einstein”).

Além disso, vimos que as distâncias espaciais e temporais entre os mesmos dois eventos da vida de um objeto variam segundo o ponto de vista de diferentes observadores. Fica claro, portanto, que nem o espaço nem o tempo podem ser considerados, separadamente, parâmetros físicos estritamente objetivos, tornando-se necessário construir um novo conceito de *distância*. Com efeito, partindo das quantidades relativas a cada observador, a relatividade especial nos ensina a construir quantidades absolutas, de modo que dois eventos quaisquer apareçam separados por uma “distância espaço-temporal”

Δs dotada de mesmo valor para todos os observadores — o que, de certa forma, torna inapropriado o nome da teoria, que poderia ser chamada de “teoria da absolutividade”...

A distância espaço-temporal Δs é definida pela relação

$$\Delta s^2 = c^2 \cdot \Delta t^2 - \Delta x^2$$

que generaliza o teorema de Pitágoras para quatro dimensões. É fácil ver que: $\Delta s^2 > 0$ no caso de um brádion (caso “tipo-tempo”); $\Delta s^2 = 0$ no caso de um lúxon (caso “tipo-luz”); $\Delta s^2 < 0$ no caso de um táquion (caso “tipo-espaço”). Para os brádions, que percorrem “pouco” espaço em “muito” tempo, predomina o sinal (positivo) de $c^2 \cdot \Delta t^2$. Os táquions, por sua vez, percorrem “muito” espaço em “pouco” tempo: para eles predomina o sinal (negativo) de Δx^2 . No caso “tipo-luz”, o intervalo é zero. No que segue, quando for conveniente, escolheremos c como unidade de medida das velocidades.

finir a simultaneidade de eventos que ocorrem em pontos distintos do espaço?

A resposta de Einstein leva em conta a existência de um sinal dotado da propriedade definida pelo segundo postulada. Se, em um sistema inercial, desejarmos sincronizar dois relógios (A e B) que estejam separados pela distância d (determinada por régua-padrão justapostas), enviamos de A um sinal luminoso que, logo ao chegar a B, dispara o mecanismo do relógio e é refletido de volta ao ponto de partida. O observador situado em A registra o tempo total do percurso de ida e volta (T) e pede ao seu colega de B que coloque $T/2$ como tempo indicado no relógio B no momento em que ele começou a funcionar. Com este procedimento, os relógios A e B ficam sincronizados “à moda de Einstein”. O importante a ser enfatizado é que o procedimento acima, quando usado em qualquer sistema inercial (dotado de relógios-padrão e régua-padrão idênticas) faz com que a velocidade da luz seja sempre igual a 3×10^8 m/s, como mostra a figura 1, que descreve também as importantes transformações de Lorentz.

Tanto o Princípio da Relatividade como as transformações de Lorentz têm muitas conseqüências interessantíssimas. Salientaremos aqui, tão-somente, uma delas: dois eventos distintos (e_1, e_2), simultâneos no sistema de referência \bar{s} ($T_1 = T_2$), podem não ser simultâneos quando determinados em s ($t_1 \neq t_2$). Obviamente, também as distâncias espaciais entre os eventos $|\Delta X|$ (em \bar{s}) e $|\Delta x|$ (em s) são, em geral, diferentes. Contudo, o intervalo espaço-temporal $\Delta s^2 = c^2(\Delta T)^2 - |\Delta X|^2 = c^2(\Delta t)^2 - |\Delta x|^2$ é invariante.

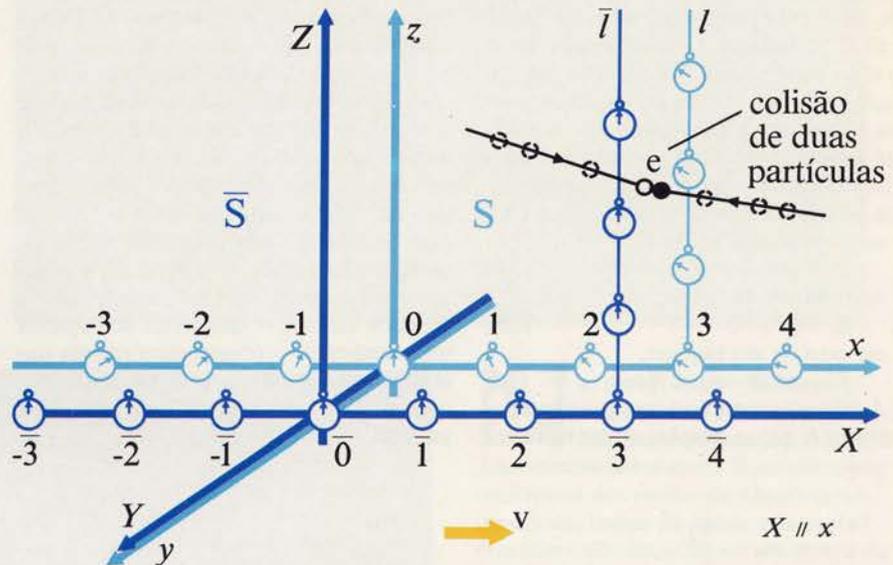


Fig. 1. Como é possível que a velocidade da luz seja sempre igual a 3×10^8 m/s em relação a qualquer sistema inercial? Suponhamos que \bar{s} e s sejam dois laboratórios inerciais que se movem em velocidade v constante em relação um ao outro. Ambos estão equipados com relógios sincronizados “à moda de Einstein”, e as origens coincidem em $T = t = 0$. Em \bar{s} , a equação de movimento de um sinal luminoso emitido em $T = 0$ é escrita: $c^2 T^2 - X^2 - Y^2 - Z^2 = 0$. Em s , a equação do mesmo sinal luminoso emitido em $t = 0$ é escrita: $c^2 t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = 0$.

Tais equações (e mais algumas hipóteses bem razoáveis) implicam que as relações entre, de um lado, os tempos t e T e, de outro, as coordenadas x e X , não podem ser as usadas na teoria newtoniana do espaço-tempo. De fato, pode-se mostrar que as equações que relacionam as coordenadas de um evento e em \bar{s} e s de forma a serem verdadeiras as equações acima são:

$$t = \frac{T - vX/c^2}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}, \quad x = \frac{X - vT}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}, \quad y = Y, \quad z = Z$$

$$T = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}, \quad X = \frac{x + vt}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}, \quad Y = y, \quad Z = z$$

Observe-se que $e \equiv (T, X, Y, Z)$ em \bar{s} e $e \equiv (t, x, y, z)$ em s .

Estas são as conhecidas transformações de Lorentz, que nos permitem partir das medidas efetuadas por um observador e calcular as que seriam feitas por outro, cujo movimento em relação ao primeiro seja conhecido. Para $c \rightarrow \infty$ (ou para $v/c \ll 1$), elas se reduzem às conhecidas transformações de Galileu ($x = X - vt$; $t = T$; $y = Y$; $z = Z$), usadas na teoria newtoniana do espaço-tempo e em nossos próprios cálculos cotidianos, que envolvem sistemas dotados de velocidades relativas pequenas em comparação à da luz.



“Os táquions aumentam sua velocidade quando sua energia total diminui. Quando sua energia total tende a zero, sua velocidade tende ao infinito...”

As questões da relatividade especial não podem ser visualizadas se considerarmos apenas o sistema definido pelas coordenadas espaciais e temporais. Também é preciso considerar o “espaço dual” definido pelas coordenadas energia (E) e impulso (\mathbf{p}). Passando do espaço-tempo para o espaço energia-impulso, podemos esperar que a quantidade $E^2 - \mathbf{p}^2$ (análoga à quantidade Δs^2 do primeiro espaço) tenha o mesmo valor em todos os referenciais inerciais e seja:

$$\text{no caso de um brádion,} \\ E^2 - \mathbf{p}^2 = +m_0^2 > 0 \quad (2a);$$

$$\text{no caso de um lúxon,} \\ E^2 - \mathbf{p}^2 = 0 \quad (2b);$$

$$\text{no caso de um táquion,} \\ E^2 - \mathbf{p}^2 = -m_0^2 < 0 \quad (2c).$$

A figura 2 mostra que, no espaço energia-impulso (E , \mathbf{p}), as relações acima represen-

tam respectivamente: para os brádions, um hiperbolóide de duas folhas, simétrico em relação ao eixo E ; para os lúxons, um cone duplo indefinido; para os táquions, um hiperbolóide de rotação de uma folha só. É imediato observar que brádions e táquions livres estão sujeitos a diferentes relações: os primeiros podem ter impulso nulo, caso em que apresentam energia mínima ($E_0 = m_0c^2$), nunca igual a zero; já os segundos podem ter energia total nula, caso em que apresentam um impulso mínimo ($|\mathbf{p}| \equiv p_0 = m_0c$) que, no entanto, nunca se anula. Além disso, lembrando que $\mathbf{v} = \mathbf{p}/E$, também se pode verificar que os táquions dotados de velocidade infinita — chamados de táquions transcendentais — transportam energia nula. Assim, nem mesmo essas partículas poderiam transmitir energia com velocidade infinita.

Finalmente, da equação (2c) podemos deduzir que, para os táquions, a fórmula (1) passa a ser:

$$E = \frac{m_0c^2}{\sqrt{(V/c)^2 - 1}} \quad (3)$$

Sob esta forma, a fórmula descreve o comportamento apresentado na figura 3 em caso de $|V|$ maior do que c . Conseqüentemente, os táquions — se existirem — possuem a surpreendente propriedade de aumentar sua velocidade quando sua energia total diminui, e vice-versa. Por isso é que, como vimos, quando sua velocidade tende ao infinito, sua energia total tende a zero. Por outro lado, para diminuir a velocidade de um táquion até o limite inferior c seriam necessárias forças ilimitadamente grandes. Assim, c continua a ser uma velocidade limite, que não pode ser superada nem pela esquerda nem pela direita. Ou seja: se, para os brádions, a velocidade da luz representa um limite superior, para os táquions ela representa o limite inferior de suas velocidades. É bom lembrar que nossa análise trata de objetos sub e Superluminais, mas considera até aqui apenas observadores ordinários, isto é, cuja velocidade é subluminal. Mais adiante estenderemos nossos sistemas de referência.

A figura 2 sugere uma observação importante: no caso dos brádions (2a), a superfície tem duas folhas, mas no dos táquions (2c) ela tem apenas uma folha. Portanto, estes últimos podem passar, com continuidade, de pontos da semi-superfície superior (onde $E > 0$) para pontos da semi-superfície inferior ($E < 0$). Ora, uma passagem deste tipo corresponde a uma mudança ordinária de observador, ou seja, a uma típica transformação ordinária de Lorentz, já descrita na legenda da figura 1.

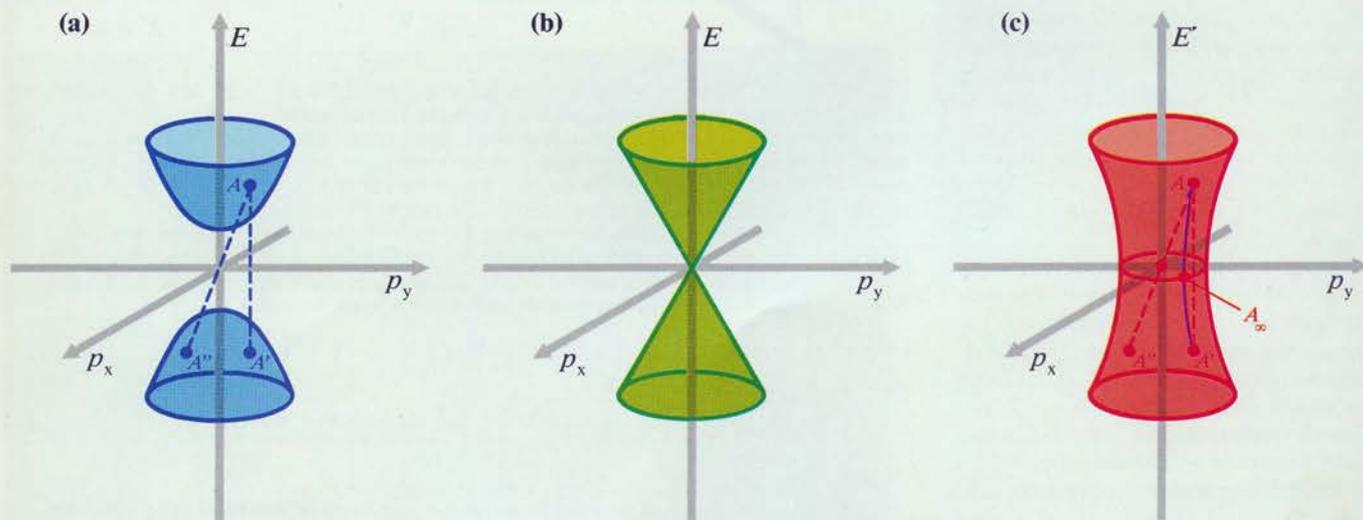


Fig. 2. Modelo, em apenas três dimensões, das superfícies $p^2 \equiv E^2 - \mathbf{p}^2 = \pm m_0^2$: para os brádions (a), com $p^2 > 0$; para os lúxons (b), com $p^2 = 0$; para os táquions (c), com $p^2 < 0$. Por motivos óbvios, as figuras foram construídas com $p_z = 0$. Lembramos que $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$. Como uma transformação ordinária de Lorentz determina a passagem de um ponto para outro da mesma folha dos hiperbolóides, temos que o caráter de matéria ou antimatéria é absoluto no caso dos brádions, mas é relativo ao observador no caso dos táquions.

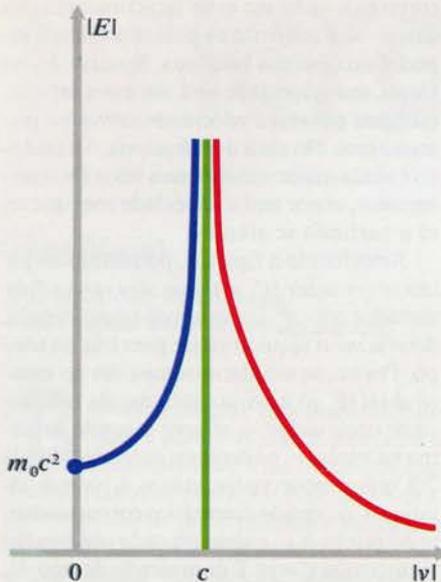


Fig. 3. O gráfico relaciona, para brádions ($|v| < c$) e táquions ($|v| > c$), energia (total) relativística em função da velocidade. Por simplicidade, podemos nos referir a uma velocidade dirigida segundo o eixo x do sistema de referência. Fica claro que, nos dois casos, a quantidade de energia tende ao infinito quando as partículas se aproximam da velocidade da luz, tanto pela esquerda como pela direita.

Em outras palavras, um táquion que apareça normalmente a um observador O com energia positiva (ponto A do semi-espaço superior) poderá aparecer a outro observador O' com energia negativa (ponto A' do semi-espaço inferior). Como, em física, "partículas com energia negativa" não têm seu direito à cidadania muito facilitado, tal fato constituía grande dificuldade para a aceitação da existência dos táquions.

Essa dificuldade pôde ser superada graças ao chamado "princípio de reinterpretção" (*switching principle*), introduzido por Stueckelberg e Feynman, e aplicado aos táquions pela primeira vez por Sudarshan. Tal princípio também permite resolver a maioria das objeções referentes à problemática da causalidade, um dos desafios mais fascinantes que as pesquisas sobre os táquions precisam enfrentar, como veremos adiante.

Vimos que, na passagem do observador O para o observador O' , um táquion dotado de energia positiva passa a aparecer com energia negativa. Também é possível demonstrar que, para o observador O' , esse táquion estará viajando em uma direção temporal *invertida* em relação àquela fixada univocamente pelo comportamento dos macroobjetos ordinários (figura 4).

No entanto, é fácil reconhecer que, quando acopladas, essas duas propriedades paradoxais (energia negativa e movimento para trás no tempo) permitem uma reinterpretção absolutamente ortodoxa. Senão, vejamos. Uma partícula P com energia negativa (e, por exemplo, carga elétrica $-e$) viaja pa-

ra trás no tempo: emitida por A no instante t_1 , é absorvida por B no instante t_2 , sendo t_2 menor (anterior) do que t_1 . O que aconteceu? No instante t_1 , A perdeu energia negativa e uma carga $-e$, ou seja, *adquiriu* energia e uma carga $+e$. No instante t_2 (anterior a t_1), B adquiriu energia negativa e uma carga $-e$, ou seja, *perdeu* energia e carga $+e$. Não é difícil ver que este fenômeno só pode efetivamente aparecer como a troca, de B para A , de uma partícula Q normal, dotada de energia positiva e de movimento normal no tempo. Porém, todas as cargas ficam com o sinal trocado. Assim, tal partícula Q é tão somente a antipartícula \bar{P} de P . Essa reinterpretção, ilustrada na figura 5, constitui o *switching principle*, que pode ser adotado como o terceiro postululado fundamental da relatividade especial.

Exposto acima para táquions e antitáquions, tal princípio também é aplicável aos

brádions: aparecerá como antipartícula de P a partícula Q que se encontre no estado cinemático correspondente a um ponto da folha inferior do hiperbolóide mostrado na figura 2a. Note-se que a separação entre matéria e antimatéria só se aplica aos brádions (quando consideramos observadores subluminais), pois apenas neste caso (2a) temos um hiperbolóide constituído por duas folhas separadas. No caso dos táquions, matéria e antimatéria são relativas ao observador.

Também vale a pena ressaltar que o uso do princípio da reinterpretção teria permitido prever, no âmbito mesmo da relatividade especial, a existência de uma antipartícula para cada partícula. Com efeito, data de 1905 a relação fundamental

$$E^2 - \mathbf{p}^2 = m_0^2$$

da qual se pode deduzir que o valor de E aparece em uma expressão de duplo sinal:

$$E = \pm \sqrt{\mathbf{p}^2 + m_0^2}$$

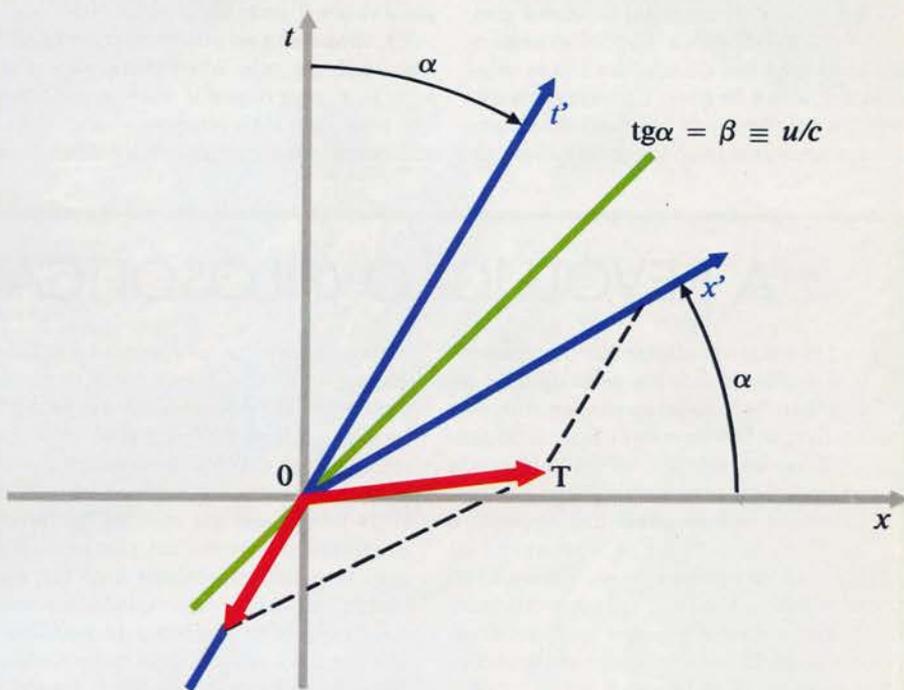


Fig. 4. Linha de universo OT de um táquion. Note-se que a projeção de OT sobre o eixo t' está dirigida para o semi-eixo negativo. Por isso, em relação aos observadores $O' \equiv (t', x')$, o táquion aparece se movendo para trás no tempo (tomando como referência o sentido fixado univocamente pelo comportamento "termodinâmico" dos macroobjetos). Lembramos que no referencial (t', x') as projeções são obtidas pelo traçado de paralelas aos eixos. Os observadores O' , porém, são os mesmos para os quais o táquion parecerá ter energia negativa. Os dois acontecimentos paradoxais se contrabalançam, permitindo uma interpretação física ortodoxa.

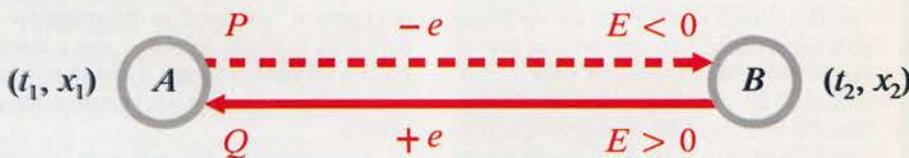


Fig. 5. Representação da troca, entre A e B , de uma partícula dotada de energia negativa (e carga $-e$) e que viaja para trás no tempo ($t_2 < t_1$). Esse processo aparece para um observador sob a forma de troca, entre B e A , de uma partícula Q dotada de energia positiva (e carga $+e$) e que viaja para a frente no tempo. A partícula cedida de B para A aparecerá como a *antipartícula* da partícula inicial ($Q \equiv \bar{P}$).



“Energia negativa e movimento para trás no tempo, quando simultâneos, deixam de representar paradoxos...”

Voltemos agora às figuras 4 e 2c. Consideremos um táquion T que, em relação a nós (observadores s_0), viaja ao longo do eixo dos x com velocidade V , maior do que c . Consideremos ainda uma série de outros observadores s , também em movimento ao longo do mesmo eix-

o, com velocidade variável u . Mudando o observador, T pode tornar-se cada vez mais veloz, chegando a ser visto como um táquion transcendente pelo observador particular $s_c \equiv t_c, x_c$ para o qual $u = c^2/V$. Notemos que mais uma idéia intuitiva — a de que a velocidade relativa de um objeto diminui se

correremos cada vez mais rapidamente atrás dele — só é confirmada pela relatividade especial no caso dos brádions. No caso de um fóton, sua velocidade será sempre a mesma, qualquer que seja a velocidade com que o perseguirmos. No caso dos táquions, o paradoxo é ainda maior: quanto mais veloz for o perseguidor, maior será a velocidade com que verá a partícula se afastar!

Retornando à figura 4, podemos ver que um observador (t', x'), que siga nosso “observador crítico” s_c na sucessão considerada, deveria ver o táquion viajar para trás no tempo. Porém, se estudarmos *também* no espaço dual (E, \mathbf{p}) as conseqüências da mudança de observador — sempre segundo a mesma sucessão — poderemos entender (figura 2c) que o observador crítico s_c verá o táquion T no estado cinemático correspondente ao ponto A_∞ , enquanto cada observador transcrítico s' verá T num estado de tipo A' , correspondente a *energia negativa*. Isto é, os mesmos observadores que vêem T viajar para trás no tempo consideram que a energia dessa partícula é menor do que zero, e vice-versa. Ora, graças ao princípio de reinterpretação, podemos concluir que qualquer observador transcrítico do tipo (t', x') verá nosso táquion

A REVOLUÇÃO (FILOSÓFICA) DE EINSTEIN

Muitos já apontaram que o pensamento científico avança por generalização, ou seja, as velhas teorias tornam-se casos particulares de teorias novas e mais abrangentes. É este o caso da revolução provocada na física pelos trabalhos de Albert Einstein. Com o advento da relatividade especial, a mecânica de Galileu e de Newton não foi jogada fora, mas perdeu sua universalidade, ficando claro que suas possibilidades de aplicação se restringem às situações em que as velocidades relevantes são pequenas em relação à da luz.

Einstein nos remeteu às verdadeiras características da grande ciência, que deve agrupar os fenômenos em estruturas ordenadas, dentro das quais as descrições ficam infinitamente mais elegantes, lógicas e compactas. Nestes casos, a tão conhecida “indução” mostra-se fraca, incapaz de prestar grande ajuda. Como escreveu o próprio Einstein, “uma teoria pode ser *verificada* pela experiência, mas não existem maneiras de *sair-se* da experiência para a construção de uma teoria (...) A tarefa do cientista é a de atingir leis elementares universais, a partir das quais o cosmos possa ser construído com base na pura dedução. Ele não é levado a isso por nenhum caminho lógico, mas pela intuição. Seu esforço cotidiano brota diretamente do coração.”

Einstein também nos recordou algo não

menos importante: os conceitos e as *categorias* — inclusive as que parecem perfeitamente estabelecidas, como o espaço e o tempo — variam conforme nossa experiência. A crença em “juízos sintéticos *a priori*”, justificada na época de Kant (1724-1804), hoje soa ingênua. Se nossos descendentes viverem em contato diário com velocidades próximas à da luz, eles “verão” o espaço-tempo quadridimensional da relatividade especial de modo direto e intuitivo, tal qual nova categoria kantiana. Neste caso, será imediata a apreensão dos elos relativísticos entre espaço e tempo, que a nós parecem tão estranhos e produzem paradoxos como o dos “dois gêmeos”: por causa da relatividade do tempo, o que viaja retorna à Terra mais jovem do que o outro, que aqui permaneceu... Se, por outro lado, a humanidade vivesse próxima a grandes concentrações de massa, nós também “veríamos” as deformações — curvatura e, talvez, torção — que a matéria cria no espaço-tempo, e que só nos foram reveladas graças a um imenso esforço teórico.

A contribuição das teorias de Einstein à ciência e à cultura inclui a atribuição de novos significados a conceitos importantes e tradicionais. Além do espaço e do tempo, estão neste caso, entre outras, as idéias de força, realidade e universo. Na verdade,

os físicos pré-relativísticos mais atentos já haviam começado a dar-se conta de que as medidas espaciais e temporais que separavam dois eventos provavelmente não eram absolutas, mas relativas ao observador. A relatividade especial, no entanto, mostrou que a *distância quadridimensional* entre os dois eventos é invariante, descoberta que permitiu a construção de quantidades “absolutas” a partir de quantidades “relativas”. Como conseqüência, no ano de 1908, em Colônia (Alemanha), Hermann Minkowski pôde declarar: “De hoje em diante, o espaço de *per se* e o tempo de *per se* estão destinados a mergulhar completamente na sombra. Somente uma espécie de união de ambos pode conservar uma existência independente”. O próprio Einstein chegou a dizer: “Nós, físicos, estamos convencidos de que a distinção entre passado, presente e futuro é apenas uma ilusão, embora querida.”

Como Einstein chegou a essa idéia? Em sua época já havia resultados experimentais que apontavam a invariância da velocidade da luz em relação a todos os observadores, contrariando assim as leis da física clássica. Debruçado por quase um ano sobre o problema, ele foi levado a produzir nova análise dos conceitos de tempo e de simultaneidade. Entre as fecundas conseqüências de suas descobertas, tornou-se

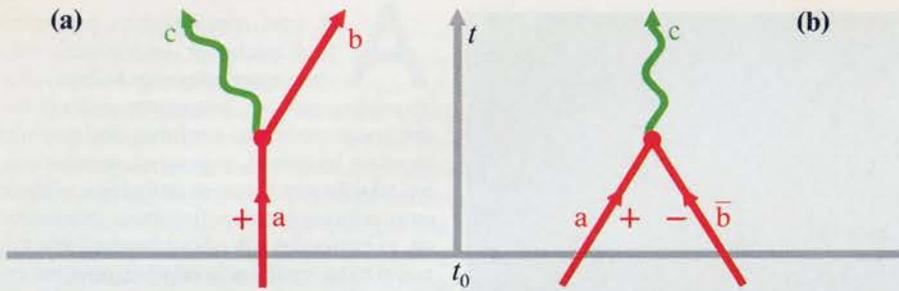


Fig. 6. Representação de duas descrições diferentes, feitas pelos observadores inerciais s_1 (à esquerda) e s_2 (à direita), sobre o mesmo fenômeno. O primeiro vê a emissão de um fóton c por parte de um táquion positivo a , que, neste processo, se transforma no táquion veloz b . Já o segundo vê algo diverso: o táquion a e o antitáquion \bar{b} se aniquilam, com a produção de um fóton c . Ambas as descrições são coerentes com a teoria da relatividade.

como um antitáquion \bar{T} , com energia positiva e movimento orientado na direção espacial oposta, ou seja, na direção $-x$ (figura 5).

Esse notável fenômeno pode ser mais bem expresso da seguinte maneira: variando o observador e considerando uma reação na qual intervêm partículas Superluminais, um táquion no estado inicial pode aparecer como um antitáquion no estado final, e vice-versa. Assim, as expressões

$$\begin{aligned} a + b &\rightarrow c + d \\ a + \bar{c} &\rightarrow \bar{b} + d \end{aligned}$$

(nas quais, como de costume, \bar{b} significa a antipartícula de b e assim por diante) podem ser descrições do mesmo fenômeno físico, visto por dois observadores diferentes. Analogamente, podem ser demonstradas as chamadas relações de *crossing*, presentes na física das partículas relativísticas.

É interessante ressaltar que a relatividade não requer que dois observadores inerciais descrevam um fenômeno da mesma maneira, mas apenas que eles o julguem regido pelas mesmas leis. É instrutivo analisar aqui o

exemplo dado na figura 6a. Consideremos um táquion a (com carga elétrica positiva) que, em relação a um observador s_1 , emita um fóton c , perdendo energia e aumentando sua velocidade (já vimos que, no caso dos táquions, perda de energia e aumento de velocidade estão associados). Podemos achar um segundo observador s_2 , em relação ao qual o táquion que está saindo (b) aparece como um antitáquion que entra (\bar{b}), com carga elétrica negativa. Para este observador, tudo se passa como um processo de aniquilação táquion-antitáquion com produção de um fóton c (figura 6b).

Os referenciais s_1 e s_2 observarão cargas totais diferentes: $+1$ no primeiro caso, zero no segundo. Ambos, porém, concordarão sobre o fato de que, no processo observado, a lei de conservação da carga elétrica foi respeitada. Mas há mais: antes da interação, s_1 verá uma partícula e s_2 verá duas. No caso dos táquions, só é invariante o número total de partículas que participam da reação. São fatos que ressaltam a exigência — cujo alcance filosófico é evidente — de que a física seja construída em termos de *processos de reação*, e não em termos de *objetos* (ver “A revolução (filosófica) de Einstein”).

conhecido, por sua evidência, o paradoxo dos dois gêmeos, a que nos referimos. Trata-se de um efeito já verificado inúmeras vezes em outros contextos. Embora soe estranho, podemos estar certos de que, no dia em que astronautas fizerem uma viagem à estrela mais próxima do Sol — deslocando-se, digamos, com $3/4$ da velocidade da luz —, constatarão na volta que seus contemporâneos ficaram cinco anos e três meses mais velhos do que os tripulantes da nave. Para os terrestres, 12 anos terão passado. Para os viajantes, seis anos e nove meses.

A luz desempenha papel muito importante na relatividade especial, pois, como vimos, sua velocidade não depende do movimento da fonte ou do observador. Independente de fugirmos da fonte ou viajarmos em sua direção — com qualquer velocidade — a luz terá para nós, no vácuo, sempre a mesma velocidade. É uma cordilheira intransponível para todos os objetos. Hoje se percebe, no entanto, que a admissão da existência dos táquions, que poderiam “viver” sempre além dessa barreira, facilita a compreensão de vários aspectos, ainda obscuros, da física, entre os quais a conexão entre matéria e antimatéria, bem como as propriedades das leis físicas quando todo o espaço “se reflete” num espelho ou quando o fluxo do tempo muda de direção. Porém, a admissão da mesma idéia também produz fatos novos e estranhos, como a constatação de que a atribuição dos

nomes de “causa” e “efeito” pode depender do observador.

A extensão da relatividade aos táquions só é fácil se forem atribuídas pelo menos seis dimensões ao espaço-tempo. Isso não chega a constituir grande problema, pois, na realidade, praticamente todas as investigações teóricas atuais (como as que se propõem a unificar as quatro forças fundamentais — fortes, fracas, eletromagnéticas e gravitacionais — com que trabalha a física contemporânea) requerem um pano de fundo espaço-temporal muito mais amplo do que o usual, que possui apenas quatro dimensões.

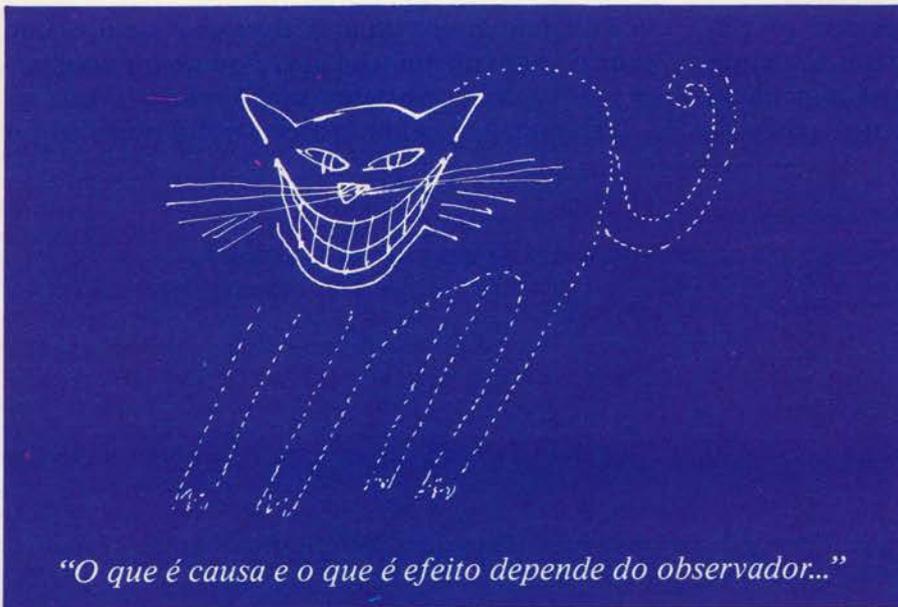
Prossegue assim a busca dos “reflexos” de um mundo multidimensional, no espaço e no tempo acessíveis à nossa intuição. Quantas dimensões temporais e espaciais pode ter o mundo em que vivemos? Quais são as propriedades do espaço, isto é, do “vazio”, que no passado chamávamos “éter”? Que propriedades possui o espaço interior de uma partícula elementar da matéria? Elas podem ser microuniversos, minúsculos

mundos? O que acontece no interior dos sistemas quânticos?

Como se vê, a indagação sobre a existência de objetos Superluminais é apenas uma entre as muitas que permanecem desafiando a pesquisa contemporânea.

*O tempo presente e o tempo passado
Estão ambos talvez presentes no tempo futuro
E o tempo futuro contido no tempo passado.
Se todo o tempo é eternamente presente
Todo o tempo é irredimível.
O que poderia ter sido é uma abstração
Que permanece, perpétua possibilidade,
Num mundo apenas de especulação.
O que poderia ter sido e o que foi
Convergem para um só fim, que é sempre presente.
Ecoam passos na memória
Ao longo das galerias que não percorremos
Em direção à porta que jamais abrimos
Para o roseiral. Assim ecoam minhas palavras
Em tua lembrança.
Mas com que fim
Perturbam elas a poeira sobre uma taça de pétalas,
Não sei.
Outros ecos
No jardim se aninham. Seguiremos?
(...)
O tempo passado e o tempo futuro,
O que poderia ter sido e o que foi,
Convergem para um só fim, que é sempre presente.*

T. S. Eliot, “Burnt Norton”, *Poesia*, Editora Nova Fronteira, tradução de Ivan Junqueira



Já nos referimos, de passagem, ao desafio de compatibilizar a existência dos táquions e o “princípio da causalidade”, expressão que, na literatura científica, abrange duas afirmações que pouco têm a ver entre si. A primeira delas é a de que não podem existir sinais Superluminais, postulado que foi obviamente abandonado por nós. A segunda exige que a causa anteceda, no tempo, o efeito, postulado que define uma “causalidade retardada” que nós também adotaremos.

Muita gente pensou que os táquions violassem a causalidade, pois, como vimos, essas partículas apareceriam, em dado sistema, sendo emitidas por A e absorvidas por B, mas seriam vistas por outra classe de observadores como antipartículas emitidas por B e absorvidas por A. Também vimos que o princípio de reinterpretção elimina o paradoxo do transporte de informações para trás no tempo, mas isso tem um preço: precisamos abandonar, neste caso, a antiga convicção de que a determinação do que é causa e o que é efeito seja independente do observador. De fato, no exemplo dado acima, um observador julgará que o evento ocorrido em A foi causa do que se passou em B, enquanto outro observador pensará o contrário. Ambos, *no entanto*, verão o que consideram causa anteceder no tempo o que consideram efeito.

Aqui, mais uma vez, a reflexão sobre os táquions força uma crítica dos nossos preconceitos. Se aceitarmos a idéia de que os fenômenos precisam respeitar a lei de causalidade em relação a todos os observadores, então não podemos exigir que também alguns “detalhes” descritivos (no caso, o “rótulo” de causa e efeito) também sejam invariáveis.

Sabemos que não é fácil aceitar a idéia de que os papéis de “causa” e de “efeito” de-

pendam do observador. Talvez possamos diminuir as resistências a ela se utilizarmos o exemplo de uma situação em que dificuldades semelhantes apareceram, sem que preconceitos atuais estivessem envolvidos. Os antigos egípcios não conheciam outros rios além do Nilo e de seus afluentes. Como todos eles viajam na direção sul-norte, os conceitos de “sul” e de “contra a corrente”, bem como os de “norte” e de “ao longo da corrente”, se superpuseram na cultura de então. Quando descobriram o Eufrates — que, lamentavelmente, viaja do norte para o sul — houve uma crise conceitual tão grande que o obelisco de Tutmosis I se refere “àquela corrente invertida, que vai contra a corrente, mesmo indo ao longo da corrente”. É semelhante nossa situação quando defrontamos com os táquions. Uma vez admitida, sua existência relativiza os julgamentos sobre o que é causa e o que é efeito, provocando uma série de paradoxos que, apesar de passíveis de resolução (pelo menos em microfísica), alimentam muitas dúvidas (ver “A flor e o laser”).

Até aqui consideramos partículas com quaisquer velocidades, mas sempre nos referimos a observadores subluminais (s). Tentaremos agora estender nossa análise ao conjunto dos sistemas inerciais, incluindo, se possível, aqueles que, em relação aos sistemas ordinários, viajam com velocidades Superluminais. Na verdade, as expressões sub e Superluminal têm, em nosso caso, significado relativo, pois, em relação a um observador taquiônico (S), nós mesmos integramos um sistema Superluminal. Para entender a relatividade especial ao nosso objeto de estudo, precisamos postular que todos os observadores inerciais (sub ou Superluminais) são equivalentes. Em particular, supomos que, como nós (s), também os observadores S tenham à sua disposição instrumentos de medida, partículas e demais elementos presentes em nossa própria física. Obviamente, os brádions, bem como os objetos em repouso em relação ao nosso sistema de referência, serão táquions para os sistemas S, e vice-versa. Porém, como vimos, a velocidade da luz (c) continuará invariante em relação a todos os sistemas inerciais — mesmo aos Superluminais.

O que foi dito acima pode ser resumido num *princípio de dualidade*, que requer a existência de uma perfeita simetria entre sistemas sub e Superluminais. Nesta dualidade, ilustrada na figura 7, são correspondentes os referenciais que têm, em relação a determinado observador, velocidades u e U , tais que

$$u \leftrightarrow U \equiv c^2/u$$

O corolário desse princípio aparece na tabela abaixo.

Composição generalizada das velocidades	
$u < c \Rightarrow$	$v < c - v' < c$ $v = c - v' = c$ $v > c - v' > c$
$u = c \Rightarrow$	$v \leq c - v' = c$
$u > c \Rightarrow$	$v < c - v' > c$ $v = c - v' = c$ $v > c - v' < c$

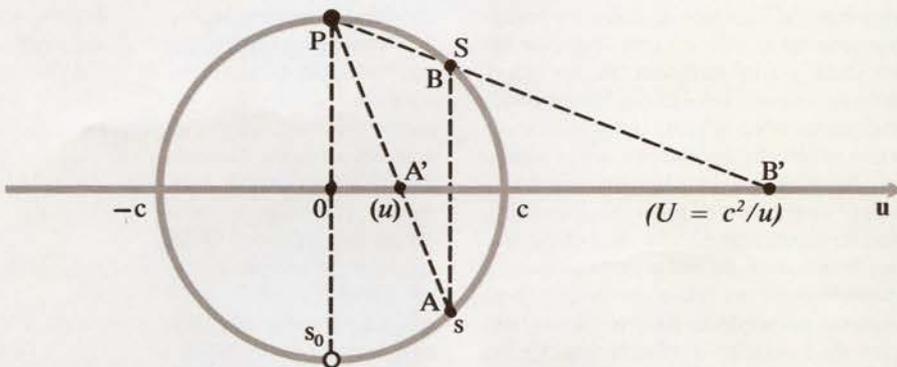
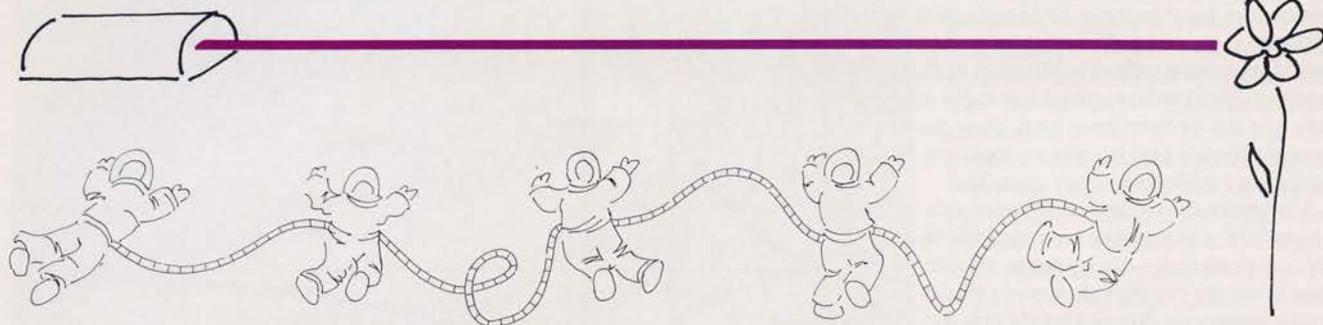


Fig. 7. Representação da transformação conforme (inversão) $u \leftrightarrow c^2/u$, que interliga sistemas Superluminais e subluminais no caso bidimensional. Como estamos lidando também com o referencial transcendente, projetamos o eixo das velocidades do pólo P sobre o círculo que tem $u = \pm c$ como pontos diametrais. Note-se que AB é perpendicular a u .

A FLOR E O LASER



Entre os paradoxos causais suscitados pela idéia de relatividade do julgamento do que é causa e o que é efeito, destacam-se os propostos por Tolman-Regge e por J. Bell, ambos discutidos e resolvidos na literatura pertinente. Nós citaremos aqui apenas a formulação e a solução do paradoxo proposto em 1977 por J. D. Edmonds, que se refere ao simples processo de troca de táquions entre dois objetos ordinários e estacionários entre si.

Vamos primeiro à formulação, que se parece com um jogo. Imaginemos uma longa vara equipada, na extremidade esquerda, com um *laser* de táquions e, na extremidade direita, com uma flor-alvo. Cada vez que determinada alavanca é acionada, o *laser* emite um forte pulso de táquions, com velocidade V , dirigido à flor. Ao explodir, esta absorve os táquions, que desaparecem.

Imaginemos agora que a vara, carregando o *laser* e a flor, seja acelerada na direção oposta à do pulso de táquions até alcançar, em nosso referencial, uma velocidade $-v$. Para finalizar o cenário, imaginemos ainda uma longa fila de “astronautas” boiando no espaço, parados ao longo do eixo dos x , ou seja, ao longo da direção de movimento da vara. Cada “astronauta” possui uma pequena roleta, que faz girar repetidas vezes. Quando um deles sorteia um número previamente combinado (13, por exemplo), aciona a alavanca do *laser* caso esta esteja ao seu alcance.

Vejam bem: ninguém sabe quando determinado “astronauta” sorteará o número 13. Além disso, mesmo o fazendo, poderá ser cedo ou tarde demais para conseguir acionar a alavanca que se desloca. Se o jogo é contínuo, em algum momento — incerto — alguém vai reunir as duas condições e conseguir disparar o *laser*. Quando isso ocorrer, um observador que esteja viajando sentado sobre a vara verá — como antes — o pulso de táquions dirigir-se da fonte para a flor. Por outro lado, se o movimento da vara for suficientemente lento ($v \cdot V < c^2$), os astronautas em repou-

so também verão a flor explodir normalmente, isto é, após a emissão dos táquions. Entretanto, se a vara viaja com muita rapidez ($v \cdot V > c^2$), nossos astronautas verão algo muito diverso, ou seja, um pulso de antitáquions viajar da flor para o *laser*! Assim, aquele que conseguiu acionar a alavanca não veria o *laser* disparando, mas “engolindo” um pulso de antitáquions procedente da flor!

O paradoxo é claro: o astronauta afortunado teria motivos para concluir que a flor “sabia” antecipadamente quem obteria o número 13, de modo a poder, ela mesma, explodir e criar o pulso de antitáquions no tempo certo para este atingir o *laser* justamente quando a alavanca foi acionada! E agora?

A solução do paradoxo é simples. É claro que, em nenhuma hipótese, um observador em repouso em relação à fonte e à flor teria dúvidas a respeito da direção do vôo dos táquions. É a consideração de outros tipos de observadores que coloca a questão: estes podem ver o *laser* absorvendo antitáquions procedentes da flor. Ora, temos que simplesmente aceitar este fato, pois a rotulação de “fonte” e “alvo” é um detalhe de *descrição*, que não há de ser necessariamente invariante. Só o princípio da causalidade é uma *lei* que deve valer para todos os observadores.

Para que essa idéia fique clara, podemos mostrar um exemplo de que, mesmo na relatividade especial ordinária, podem aparecer paradoxos aparentes, como o exposto, também derivados do fato de as descrições não serem invariantes. Esqueçamos os táquions por um momento e comecemos novo jogo. Duas espécies diferentes, extraterrestres, entram em guerra, cada uma dirigindo seus próprios veículos espaciais, cujas cores diferem: roxos os da primeira espécie, instintivamente agressiva, verdes os da segunda, pacífica por natureza. Se, com telescópios, observarmos da Terra os combates, pode acontecer que, na hora de um “roxo” disparar seu canhão contra um foguete “verde”, as cores nos apareçam in-

vertidas (*efeito Doppler*). Pelo espírito do paradoxo de Edmonds, deveríamos deduzir que uma lei invariável da natureza (os instintos de cada espécie) foi grosseiramente violada. No entanto, a relatividade especial nos dá condições para esclarecer os fatos: a violação é apenas aparente; conhecendo a física, podemos determinar as “cores intrínsecas” tal como elas aparecem no seu próprio sistema de referência, eliminando assim qualquer dúvida trazida pela “observação” pura e simples.

Em outras palavras, um observador pode compreender adequadamente o mundo físico baseando-se em suas próprias observações, desde que tenha à sua disposição uma teoria adequada — neste caso, a relatividade especial.

Podemos agora voltar ao paradoxo sobre os táquions. Conhecendo a mecânica destas partículas, o “astronauta” sorteado pode calcular a direção de movimento do pulso no referencial da flor, que está em repouso relativo à vara. Mesmo que as velocidades relativas produzam uma grande distorção no fenômeno observado, ele descobrirá assim o “comportamento intrínseco” da flor, percebendo que ela não emite, mas absorve os táquions. Em analogia com nosso exemplo bélico, não é importante que, para os astronautas, a flor pareça prever o futuro, mas sim que, de fato, intrinsecamente, ela não o faça.

Fica claro, portanto, que: (a) aparelhos experimentais e sensoriais não bastam para garantir uma observação científica do mundo natural: também é preciso um instrumental teórico adequado; (b) as “propriedades intrínsecas” de um corpo (como sua cor) aparecem distorcidas para um observador em movimento: se as velocidades relativas em jogo são elevadas, tal distorção pode ser muito grande.

Há, em relação aos táquions, outros paradoxos bem mais sofisticados do que o apresentado aqui, mas sua exposição e resolução fogem ao âmbito do artigo, devendo ser buscada nas sugestões de leitura que fazemos no fim.

A extensão da relatividade especial para observadores Superluminais pode ser realizada com facilidade num espaço bidimensional $M(t; x)$ e em todos os espaços estruturados com igual número de coordenadas temporais e espaciais. Todavia, no espaço quadridimensional ordinário $M(t; x, y, z)$ ela apresenta dificuldades matemáticas sobre as quais não nos estenderemos aqui, para que possamos discutir rapidamente algumas conseqüências e aplicações deste trabalho.

A primeira conseqüência da “relatividade estendida” é inesperada: uma partícula taquiônica elementar — ou qualquer *microtáquion* clássico — aparecerá para nós viajando mais lentamente do que a luz (!), mas com características de tipo quântico. Ou seja, ele aparecerá como uma partícula dotada de “velocidade de grupo” subluminal (v), associada, no entanto, a uma “velocidade de fase” Superluminal (V), sendo que as duas velocidades obedecem à conhecida relação estabelecida por L. de-Broglie:

$$v \cdot V = c^2$$

Mais um exemplo: o grupo das transformações de Lorentz generalizadas (L) inclui, como caso especial, a rotação espaço-temporal de 180° , também conhecida como “inversão total”:

$$L(180^\circ) = \bar{P}\bar{T}$$

onde \bar{P} é a operação que muda x e p de sinal, e \bar{T} é a operação que muda t e E de sinal. Conseqüentemente, as leis relativísticas devem ser co-variantes em relação a $\bar{P}\bar{T}$. É fácil reconhecer que $\bar{P}\bar{T}$ é tão-somente a simetria normal CPT, onde $P: x \rightarrow -x$ é a paridade espacial ordinária; $T: t \rightarrow -t$ é a inversão temporal ordinária; e C é a operação que muda o sinal da carga elétrica e das outras cargas eventuais.

Lembramos ainda que, mesmo viajando sempre com velocidades Superluminais, os táquions não emitiriam radiação Cherenkov no vácuo. Muitas pesquisas experimentais basearam-se até aqui na hipótese contrária, que é errônea.

A possível existência de objetos Superluminais também interessa à cosmologia. Sabemos, por exemplo, que quando uma fonte de ondas eletromagnéticas (f_0) tende a afastar-se de nós com a velocidade da luz, a freqüência f da radiação observada tende a zero. Porém, a radiação oriunda de fontes Superluminais que se afastem de nós — se elas existirem — será novamente perceptível. Aparece na figura 8 uma representação da lei do efeito Doppler, *estendida* para quaisquer valores da velocidade relativa:

$$f = \frac{f_0 \sqrt{|1 - \beta^2|}}{1 + \beta \cos \alpha} \quad (4)$$

O aparecimento de freqüências negativas quando a fonte se aproxima de nós com velocidade Superluminal está explicado na figura 9. Neste caso é fácil entender que a radiação da fonte será recebida na ordem temporal *invertida*.

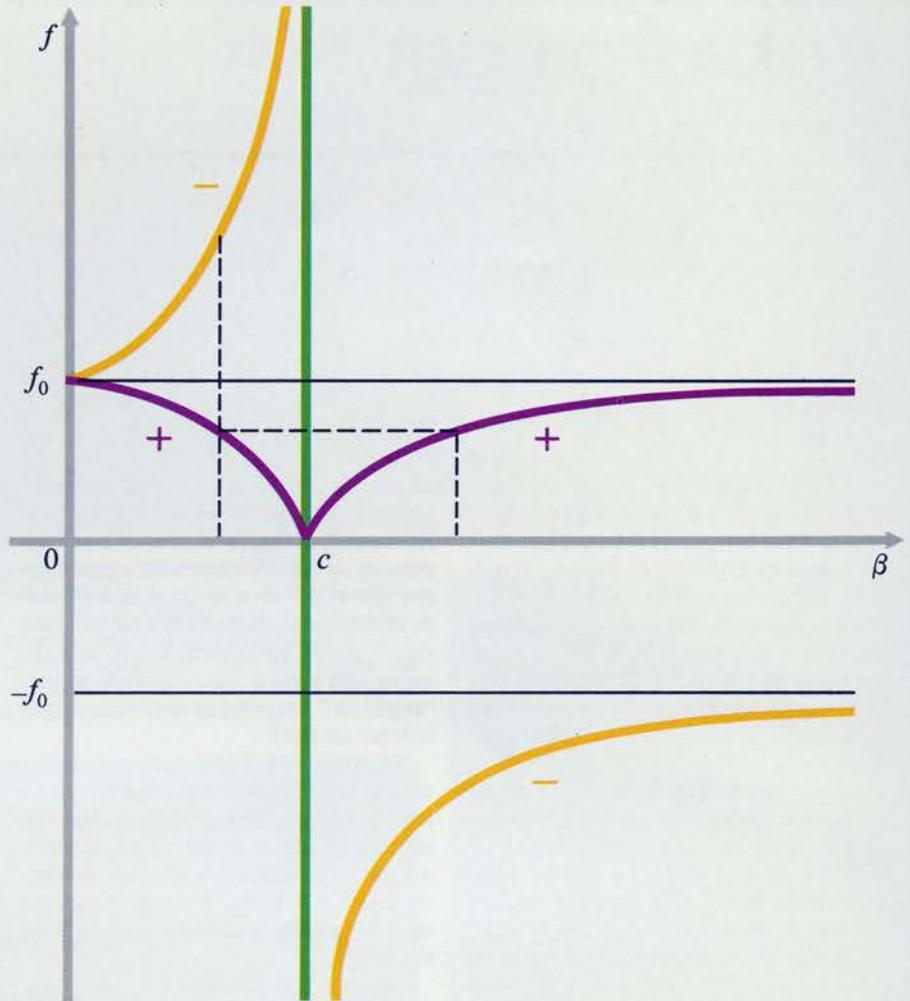


Fig. 8. Extensão da lei do efeito Doppler para velocidades Superluminais. A figura representa a freqüência observada da radiação, em função da velocidade da fonte, para um movimento ao longo do eixo x . O sinal negativo refere-se à aproximação e o sinal positivo ao afastamento.

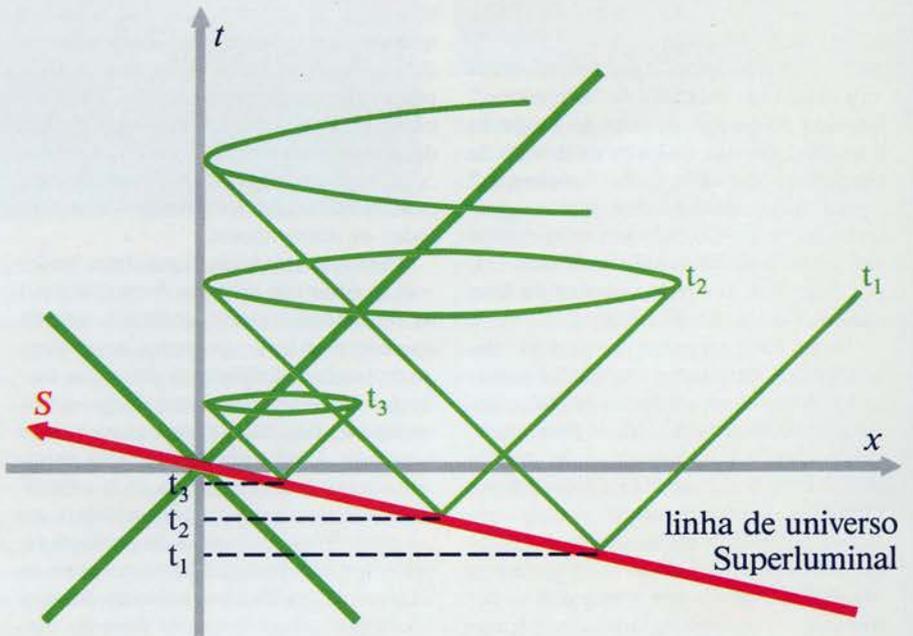
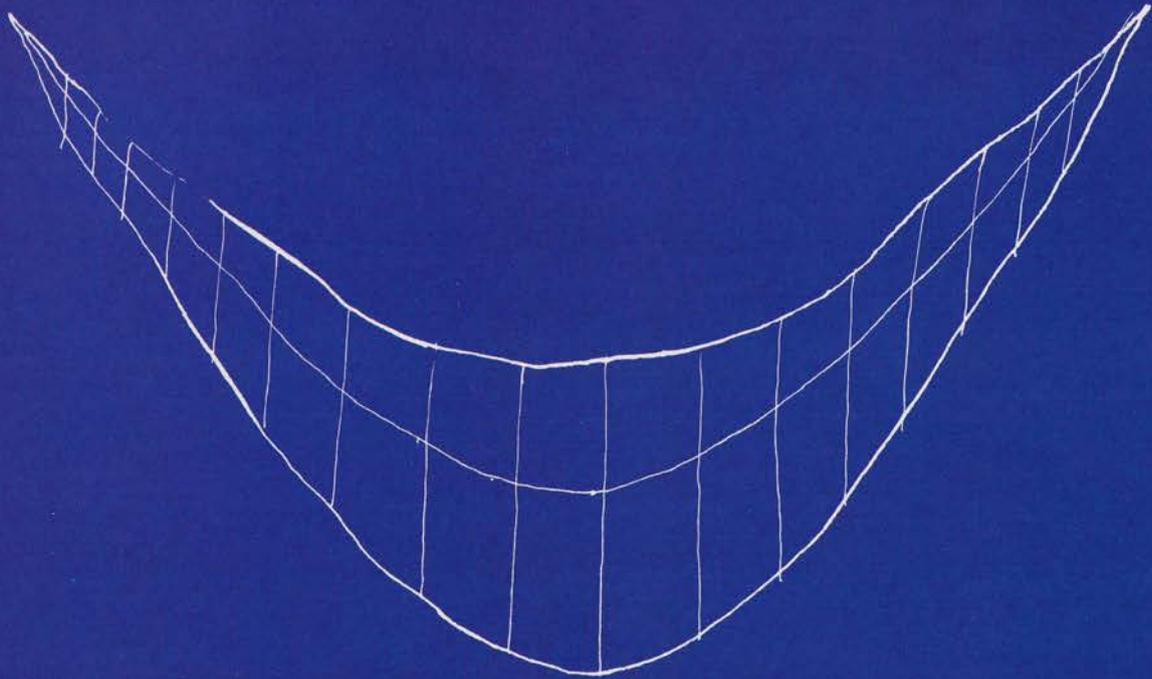


Fig. 9. A radioemissão oriunda de uma fonte Superluminal que se aproxime do observador ao longo do eixo x será recebida na ordem cronológica invertida. Isso explica o significado das freqüências “negativas”.



“Tudo o que pode ser pensado de forma não contraditória deve existir em algum lugar de um universo ilimitado..”

Para finalizar nossas considerações sobre a teoria dos táquions, queremos citar, de passagem, alguns aspectos de extraordinário interesse:

(a) A extensão do eletromagnetismo aos táquions fornece uma conexão interessante entre estas partículas e os monopolos magnéticos.

(b) No âmbito da relatividade geral, os táquions — se existirem — podem trazer informações do interior dos buracos negros, que não deixam sair nenhuma partícula com velocidade menor ou igual à da luz.

(c) Os táquions podem desempenhar papel essencial como intermediários das interações entre partículas elementares, possuindo, provavelmente, um lugar de destaque também na mecânica quântica.

(d) Em vários quasares, bem como numa certa galáxia, observam-se, há mais de dez anos, expansões que ocorrem com velocidades *aparentemente* superiores à da luz (por um fator de até 50 vezes).

(e) Muito recentemente, constatou-se experimentalmente que os neutrinos muônicos

parecem obedecer à relação 2c, que descrevemos há algumas páginas atrás. A confirmação desse fato significaria que eles podem possuir velocidades um pouco superiores à da luz.

A física teórica deste século tem conduzido, de forma natural, à formulação de hipóteses sobre a existência de vários tipos de partículas (monopolos magnéticos, quarks, táquions) que nunca foram observadas. No entanto, vários setores da física já não podem avançar sem elas. É preciso, aqui, retornar aos gregos da idade clássica: segundo Demócrito de Abdera, qualquer coisa que pudesse ser pensada de forma não contraditória deveria existir em algum lugar do universo ilimitado. Esse ponto de vista, adotado recentemente por M. Gell-Mann sob o nome de *totalitarian principle*, já encontrou expressão em tom de brincadeira: “Qualquer coisa, que não for proibida, é obrigatória.”

Podemos agora concluir, repetindo Suddarshan: “Se os táquions existirem, é preciso encontrá-los; se não existirem, é preciso explicar por quê.”

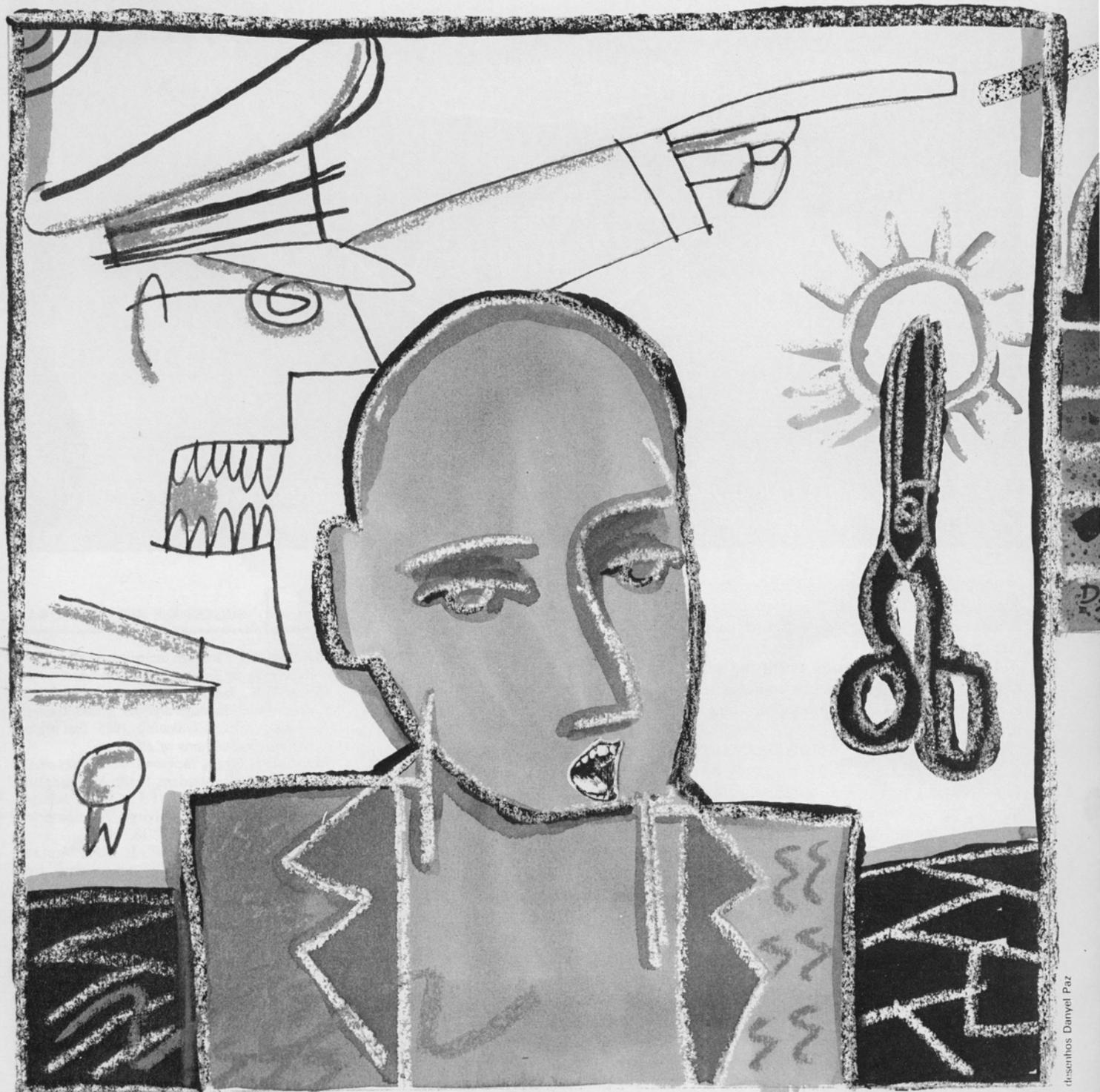


SUGESTÕES PARA LEITURA

- RECAMI E., “Classical tachyons: a review”. Em impressão na *Rivista Nuovo Cimento*.
- RECAMI E., *Tachyons kinematics and causality: a systematic, thorough analysis*. Relatório interno n° 308, IMECC/Unicamp, 1985. Em impressão em *Foundations of Physics*.
- RECAMI E. (org.), *Tachyons, monopoles and related topics*. Amsterdam, North-Holland, 1978.
- RECAMI E. e RODRIGUES Jr. W.A., “Antiparticles from special relativity”, *Foundations of Physics*, vol. 12, p. 709-718, 1982.
- RECAMI E. e RODRIGUES Jr. W.A., “A model theory for tachyons in two dimensions”. Relatório interno n° 310, IMECC/Unicamp, 1985. Publicado em *Gravitational Radiation and Relativity*, p. 151-203, World Scientific Publ., Singapura, 1986.
- RECAMI E. e RODRIGUES Jr. W.A., “Tachyons: may they have a role in elementary particle physics?” Relatório interno n° 316, IMECC/Unicamp, 1985. Publicado em *Progress in Particle and Nuclear Physics*, vol. 15, p. 499-517, Pergamon Press, Oxford, 1985.

Os autores agradecem a gentil colaboração da dra. M. Tenório Vasconcelos na preparação deste artigo.

Quem con



desenhos Danyel Paz

sente, cala



Glaucio Ary Dillon Soares

Centro de Estudos Latino-Americanos,
Universidade da Flórida

Durante o regime militar, a bancada arenista foi utilizada para asfixiar o Congresso. Repudiando sistematicamente iniciativas legislativas de seus próprios colegas, os deputados do partido majoritário apoiavam uma estrutura de poder que os deixava sem funções. Inverteu-se assim o velho provérbio.

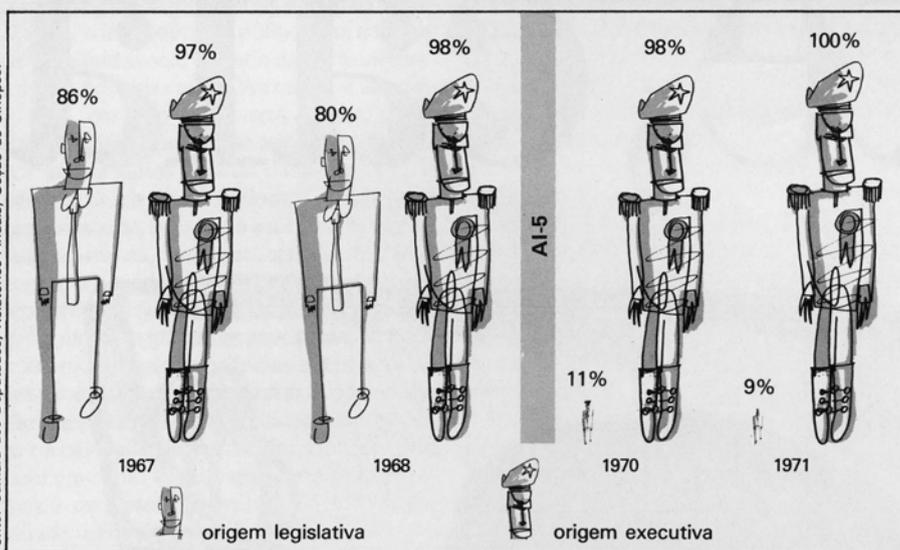
Uma das primeiras preocupações do governo militar — revelando sua vocação autoritária — foi monopolizar a produção de leis. O monopólio foi estabelecido por etapas. Já em 1964, o Executivo passou a legislar autonomamente, por meio de decretos-leis, enquanto o Congresso ficou impossibilitado, por força do Ato Institucional nº 1 (abril de 1964), de rejeitar projetos enviados pelo Executivo. Em 1967, o poder do Legislativo sofreu nova restrição: já não podia fazer leis que implicassem criação de despesas, outorgando-se o Executivo exclusividade legislativa em matéria financeira, tributária, de criação de cargos, de aumento de vencimentos, bem como no que dissesse respeito aos efetivos das forças armadas, à organização administrativo-judiciária e à anistia de presos políticos, entre ou-

tros tópicos. A partir de 1970, o Congresso passou a rejeitar os próprios projetos e ficou impossibilitado de sequer fiscalizar as atividades do Executivo.

Após o Ato Institucional nº 5 (dezembro de 1968), como o mostra a figura 1, o Legislativo passou a aprovar praticamente todos os projetos enviados pelo Executivo. As raras rejeições ocorriam por recomendação do próprio Executivo, nos casos em que pretendia apresentar outro projeto, considerado melhor. Até 1968, o Congresso produzia leis, e cerca de 80% dos projetos de sua iniciativa eram aprovados. O AI-5 mudou isso e, de 1970 em diante, os parlamentares passaram a rejeitar sistematicamente os próprios projetos: menos de 10%, em média, eram aprovados, e estes quase sempre provinham de fato do Executivo, sendo apenas apresentados via

1 PERCENTAGEM DE PROJETOS APROVADOS, PELO LEGISLATIVO, SEGUNDO A ORIGEM

Fonte: Câmara dos Deputados, Relatórios Anuais, Seção de Sinopsis.



Legislativo. Dados da Secretaria da Câmara dos Deputados atestam que, em 1972, o Congresso aprovou apenas 5% dos projetos de lei apresentados pelos dois partidos existentes (Aliança Renovadora Nacional e Movimento Democrático Brasileiro); em 1973, 7% foram aprovados e em 1974, primeiro ano do governo Geisel, 6%.

Outra série de dados, divulgada pelo Processamento de Dados do Senado (Prodasen), mostra que essa forma de suicídio legislativo só cessou a partir de 1979, com o governo Figueiredo. A instituição encarregada de matar, no nascedouro, as leis propostas por parlamentares era a Arena, cujos deputados e senadores eram obrigados a votar contra os projetos apresentados pelos colegas (figura 2).

Em 1967, como reação à impossibilidade de rejeitar os projetos enviados pelo Executivo, o Congresso procurara reforçar sua função fiscalizadora, lançando mão dos requerimentos de informação. Estes haviam se tornado o único meio a que o Legislativo podia recorrer para exercer algum controle sobre as ações do Executivo. Permitiam, por exemplo, verificar se os fundos destinados à construção de uma ponte tinham sido efetivamente usados para tal. O número dos requerimentos de informação, que tinha sido de 1.309 em 1966, saltou para 3.598 em 1967. Também este recurso, entretanto, foi obstado pelo AI-5: em 1970 e 1971 foram apresentados no Congresso, respectivamente, seis e 25 requerimentos de informação (figura 3). Acresce que poucos eram respondidos.

Com o AI-5, portanto, o Congresso foi despojado de suas funções e a Arena foi utilizada pelo regime militar como instrumento desse processo.

O esvaziamento do Legislativo e o absolutismo do Executivo geraram uma situação contraditória para a Arena e, posteriormente, para o Partido Democrático Social. Como membros do partido do governo — e de um governo punitivo e autoritário —, os políticos dessas legendas viam-se forçados a apoiar publicamente uma estrutura de poder que os deixava sem funções. Como parlamentares, entretanto, defrontavam com a expectativa de seus eleitores de que grassem, defendessem, aprovassem e implementassem idéias sob a forma de projetos de lei.

Era notória a má vontade dos governos militares contra as iniciativas legiferantes, como o demonstram as restrições legais impostas pelos primeiros governos militares

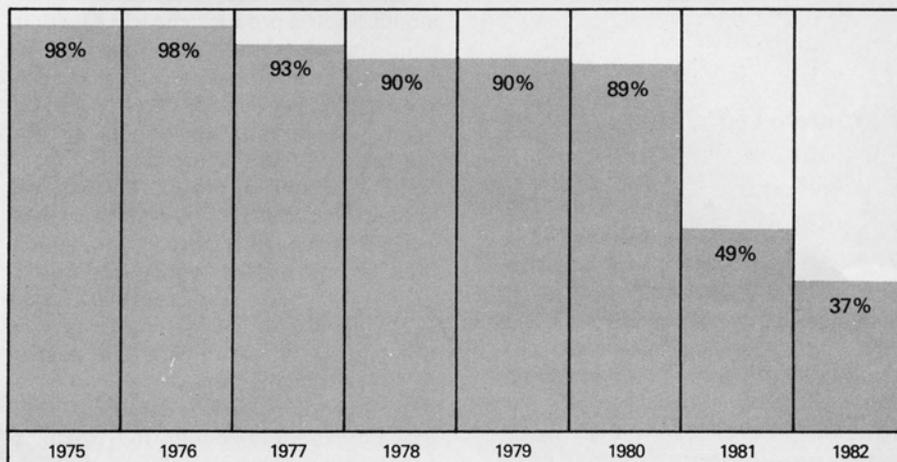
e mantidas pelos últimos, inclusive o de Geisel, em que se iniciou a distensão. Os parlamentares arenistas que tomavam iniciativas legislativas sem autorização do Executivo tornavam-se malvistas pelo governo e muitos foram hostilizados. Uma das medidas punitivas mais utilizadas era impedir-lhes o acesso aos centros de poder no âmbito do governo. Como tampouco podiam legislar, ficavam sem instrumentos de ação.

A submissão da Arena (e, mais tarde, do PDS) ao Executivo era irrestrita. Foi a própria Arena que matou sistematicamente, na raiz, as iniciativas legislativas dos membros de suas bancadas. Os parlamentares arenistas tiveram de se resignar a apoiar os projetos enviados ao Congresso pelo Executivo, por irrelevantes que fossem, e a rejeitar sistematicamente os projetos dos próprios colegas de partido, além, obviamente, daqueles emanados do MDB. Ao defender um sistema que exigia a inércia do Legislativo, caíram na imobilidade.

É escusado dizer que o comportamento de muitos parlamentares arenistas no Congresso não correspondia às suas crenças íntimas, como o demonstrou uma pesquisa realizada por César Guimarães e Luiz Henrique Nunes Bahia e publicada no *Jornal do Brasil* (14/04/1975). De fato, esse trabalho revelou que a maior parte dos parlamentares arenistas rejeitava a lei de fidelidade partidária, o sistema bipartidário, o AI-5 na forma em que existia e as restrições às funções do Legislativo. Esses resultados configuravam uma situação esquizofrênica, em que parlamentares deviam dizer o que não pensavam e defender posições de que discordavam.

A contradição dos arenistas espelha-se nitidamente em frase dita por Petrônio Portella (Arena/PI) em entrevista comigo, em 1972. Quando eu criticava o próprio se-

2 PERCENTAGEM DE REJEIÇÃO, PELA CÂMARA FEDERAL, DE PROJETOS ORIGINADOS NA PRÓPRIA CASA



nador, o Senado e a Arena por legitimar um governo ditatorial, ele respondeu: “Professor, não temos poder para obter o poder que não temos.”

Petrônio Portella deu grande impulso não só ao sistema de informações computadorizadas (Prodasen) e à biblioteca do Senado, como à formação técnica do pessoal auxiliar. Visava com isto, por um lado, que o Senado pudesse vir a ser chamado para exercer relevantes funções de assessoria na formulação de políticas durante a ditadura; por outro, capacitar a casa para exercer em nível ótimo suas funções normais numa democracia plena, se e quando esta fosse restaurada.

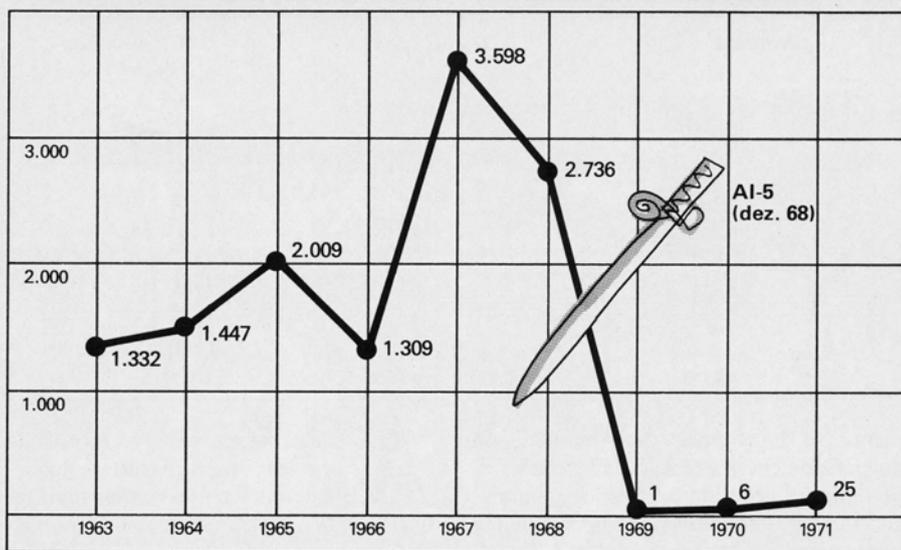
A posição de Petrônio Portella tinha muitas semelhanças com a de Célio Borja (Arena/GB), cuja grande preocupação, em determinado momento, era evitar novo endurecimento. Durante a ditadura militar, vários movimentos de rebeldia do Congresso tinham provocado punições, seja na forma de cassações, seja na de restrições à atividade legislativa. A preocupação de evitar novas punições e maiores restrições à atividade parlamentar era comum a muitos parlamentares da Arena e vários moderados do MDB.

Se havia ou não perigo de novo fechamento, era quase impossível aferir. Como saber o que se passava por trás das portas — fechadas — de apartamentos, escritórios e quartéis? Em entrevistas feitas em 1972 e 1973 com representantes do governo e vários militares, colhemos respostas que variavam de um extremo a outro. Havia os que afirmavam, pessimisticamente, que haveria novo fechamento a qualquer provocação, e os que proclamavam, confiantes, o fim da era dos fechamentos. Na inexistência de uma política explícita e de uma legislação clara sobre os limites das atividades do Legislativo, muitas decisões eram tomadas *ad hoc*. Acresce que os centros de decisão eram muitos e que as medidas do Executivo dependiam mais de movimentos de pessoas e grupos do que de uma hierarquia legal. Tudo isso se somava para gerar enorme insegurança com relação aos limites da ação parlamentar.

Para parlamentares “institucionalistas”, como Petrônio Portella e Célio Borja, a salvaguarda do Legislativo como instituição se sobrepunha a considerações de ordem ético-ideológica sobre a legitimidade do governo militar e de suas ações. A presença do Legislativo — ainda que com funções muito reduzidas — era considerada indispensável: o fechamento da única via para uma saída eventual da ditadura poderia dar lugar à instalação de um regime desabridamente coercitivo. Em 1973, Célio Borja, provavelmente um dos que mais a sério levaram o problema da criação de uma nova ordem institucional, estaria disposto

3

NÚMERO DE REQUERIMENTOS DE INFORMAÇÃO APRESENTADOS



Fonte: Câmara dos Deputados, Relatórios Anuais, Seção de Sinopse.

a aceitar uma redefinição do papel do Congresso, enfatizando, por um lado, que esse papel varia muito entre os países democráticos e, por outro, que o Congresso já fizera o que lhe cabia em prol da institucionalização de uma nova divisão de funções e de poderes. Deixava assim subentendido que cabia ao Executivo levar a cabo a sua parte, institucionalizando uma nova divisão de poderes e, sobretudo, respeitando-a.

Esses parlamentares não tinham, contudo, uma teoria orientadora ou um plano de ação para provocar essa saída: limitavam-se a esperar que circunstâncias externas ao Congresso possibilitassem um retorno à democracia. Vale lembrar, entretanto, que nossas entrevistas foram feitas, em sua maioria, em 1972/1973, durante o governo Médici, que se caracterizou por um fechamento quase total. Naquelas circunstâncias, só era possível optar entre a espera apática ou a rebeldia violenta.

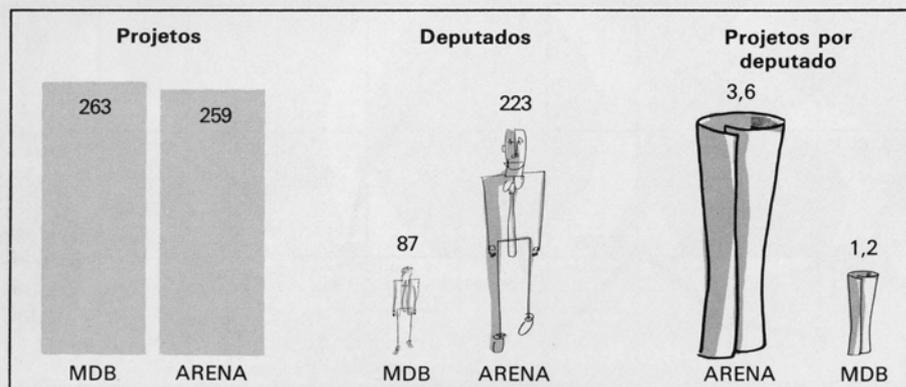
O argumento de que a atuação da oposição, particularmente a parlamentar, poderia levar o país, nas palavras do presidente Geisel, “a um retrocesso político” era conhecido de todos. As posições com relação ao tema variavam muito. Havia desde a que valorizava acima de tudo a preservação do Legislativo — exemplificada por Célio Borja —, até a que preferia arriscar o fechamento total, cada uma com sua lógica e sua fundamentação ideológica.

Lysâneas Maciel, na época deputado federal pelo MDB/GB, expressou, no meu entender, a lógica da ação. Em entrevista pessoal (realizada em 1972, antes de sua cassação), expôs claramente seu ponto de

vista: “...O dilema da oposição é exercer ou preservar o mandato; exercer uma oposição imperceptível ou exercer uma oposição real, efetiva.”

O deputado insistia em que a linha divisória para o comportamento da oposição deveria ser estabelecida pela própria oposição, aduzindo, como exemplo-limite: “Se falar em direitos humanos é uma provocação para o sistema, então realmente seremos subversivos... Não podemos aceitar, sob pena de opressão contra o povo que nos elegeu e contra nós mesmos, que o governo estabeleça as regras do que é permitido discutir no Congresso... Mesmo num Congresso castrado, é possível exercer oposição. Há linhas de comportamento da oposição que — todos nós estamos plenamente conscientes — não devemos adotar... Mas há uma responsabilidade mínima, que tem de ser exercida totalmente, e a defesa dos direitos civis é uma delas. É uma coisa de que não se pode abrir mão, que não se pode negociar, com a qual não se pode contemporizar, porque um sujeito que está sendo morto não pode esperar.”

Esta posição traça a fronteira admissível para Lysâneas Maciel. O contraste entre ela e a dos parlamentares da Arena que justificavam o autoritarismo era gritante. Vejamos, por exemplo, o que tinha a dizer, em 1975, o deputado Álvaro Valle (Arena/GB), talvez o representante mais coerente desse grupo: “Parece que, num mundo que se transforma e redescobre valores, há os que querem, aqui em nossa terra, involuir para uma democracia liberal, felizmente aterrada em toda parte... Talvez haja brasileiros presos injustamente, e será nosso dever defendê-los. Há movimentos políticos que não conseguem, infeliz-



mente, se desenvolver. Mas quando, em que país ou em que tempo da história a liberdade foi absoluta e a justiça humana, perfeita?... Os liberais de sempre repetem o seu papel decorado e o dizem à perfeição. Mas erraram de teatro, e neste já é outra a peça que se representa. Não vamos repetir a campanha do brigadeiro Eduardo Gomes ou reviver a UDN (União Democrática Nacional) dos anos 40. Foram momentos de nossa história, válidos, e aos quais devemos muito de nossa liberdade e dos direitos que temos até agora assegurados. Mas numa nação de cem milhões de habitantes, que enfrenta crises de desenvolvimento, o individualismo liberal não pode ser a meta, não pode ser o eixo do debate político... Se políticos foram afastados do mando sem que isso modificasse a rotina de qualquer brasileiro, foi talvez porque estivessem afastados da nação. Militares nunca tomam o poder: eles o ocupam quando há um vácuo.”

A argumentação do deputado Álvaro Valle — que, curiosamente, preside hoje o Partido Liberal — repousa sobre quatro pontos: 1) a democracia liberal está historicamente ultrapassada; 2) implicitamente, o deputado admite injustiças e imperfeições do regime, mas justifica-as porque estão presentes em todos os regimes; 3) os problemas do subdesenvolvimento são muito mais importantes que os das prisões injustas, da tortura e da violência, que deveriam ocupar lugar secundário nos debates parlamentares; 4) cassados e perseguidos políticos perderam seus direitos porque tinham perdido contato com a nação, não tratando de seus problemas reais.

Álvaro Valle expressou, de forma articulada, o pensamento da minoria arenista que considerava pequenos os custos políticos do regime, comparados aos seus benefícios econômicos. Era a época do “milagre”, e muitos acreditavam que o regime militar transformaria o Brasil em potência econômica.

As entrevistas com membros da oposição, particularmente daquela definida então como a mais radical, também deixaram algumas impressões nítidas.

Posições que na época eram consideradas radicais pelo regime militar são definidas como naturais, ou mesmo essenciais ao exercício de qualquer mandato em todos os países democráticos. Muitas delas, inclusive, foram reincorporadas às preocupações políticas cotidianas no Brasil de Figueiredo. Ações impensáveis no governo Médici e que, mesmo no governo Geisel, podiam custar a perda de um mandato são hoje legítimas e corriqueiras.

A oposição tinha idéias muito claras sobre como resistir à repressão, mas não tinha um plano escalonado de abertura política, ou um projeto político para o futuro. Durante a ditadura, limitava-se a combatê-la, não tendo porém condições de elaborar um projeto de abertura sistemática e muito menos de vendê-lo ao governo.

Os moderados preferiram não exercer o mandato. Aos olhos dos radicais, essa opção tinha motivações individuais: não exerciam o mandato para preservá-lo, ou seja, preservar as benesses e os privilégios que

acompanhavam. Segundo os próprios moderados, contudo, tratava-se de uma opção institucionalista: o que faziam era um sacrifício pessoal, e inclusive de sua reputação política, em prol da preservação do Legislativo.

Essa é uma problemática que não se coloca em regimes democráticos, e que não poria, portanto, Petrônio Portella e Célio Borja em campo oposto ao de Lysâneas Maciel e Francisco Pinto (MDB/BA). Numa democracia, os congressistas ter-se-iam reagrupado de acordo com novas linhas divisórias, possivelmente associadas a políticas econômicas e sociais. Em condições ditatoriais, contudo, as questões políticas ganham preponderância, e muitos dos que antes tinham estado unidos se dividiram e alguns, que estavam afastados, se uniram.

A maioria dos parlamentares arenistas rejeitava a perda de funções pelo Legislativo; comportava-se, contudo, de maneira conformista, no justificado receio de punições impostas pelo regime militar. Ao lado dessa maioria havia uma minoria que aceitava e justificava plenamente as restrições impostas à atividade legislativa. A repressão a que estava submetida a sociedade civil impôs um dilema a todos os eleitos, já que, por um lado, após 1974, o eleitorado — particularmente o urbano — começou a punir os políticos favoráveis à ditadura, retirando-lhes o voto, e por outro, não podiam, sob pena de confrontação com o regime militar, advogar a recuperação, pelo Legislativo, das funções perdidas.

Essa situação teve conseqüências para o comportamento parlamentar da Arena. Para evitar a ira militar e o possível fechamento do Congresso, seus deputados aceitaram a usurpação contínua de prerrogativas tradicionais do Legislativo. Limitaram assim sua atividade legislativa, caindo no imobilismo. De fato, a participação da Arena nos trabalhos ficou muito aquém do que seria de esperar com base no número de seus parlamentares. A maioria deles resolveu, simplesmente, não fazer coisa alguma.

5

PROPOSIÇÕES APRESENTADAS NA CÂMARA FEDERAL, EM 1975, POR PARTIDO POLÍTICO

	MDB	Arena	De outra origem
Indicações	1	1	—
Pareceres	—	1	—
Projetos de decreto legislativo	2	3	30
Propostas de emenda à Constituição	16 (29%)	29 (53%)	10 (18%)
Projetos de lei complementar	13 (22%)	47 (78%)	—
Projetos de lei	509 (30%)	1.105 (65%)	81 (5%)
Projetos de resolução	29 (45%)	22 (34%)	13 (20%)
Requerimentos	13 (23%)	44 (77%)	—

6

**ATIVIDADE PARLAMENTAR POR PARTIDO
NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 1976**

Câmara dos Deputados	Arena	MDB
Discursos (grande expediente)	58 (36%)	102 (64%)
Discursos por deputado	0,16	0,49
Projetos	270 (32%)	575 (68%)
Projetos por deputado	1,3	3,7
Senado	Arena	MDB
Discursos	316 (53%)	281 (47%)
Discursos por senador	7	14
Projetos	42 (25%)	127 (75%)
Projetos por senador	0,9	6,4

Fonte: Marcondes Sampaio (1976).

No MDB, muitos parlamentares usaram e arriscaram seu mandato para fazer oposição ao regime militar. Alguns, como Lysâneas Maciel, efetivamente o perderam. O fato de que as iniciativas legislativas eram enterradas pelo próprio Congresso, atemorizado, não impediu que vários parlamentares emedebistas fizessem pleno uso de seu mandato para, com discursos, projetos de lei, projetos de emenda constitucional e requerimentos de informação, transformar o Legislativo num poder que respondia mais ao dinamismo da minoria emedebista que à inércia da maioria arenista. Mas também no interior do MDB fez-se sentir a divisão entre os moderados, que preferiam arriscar menos, e os autênticos, partidários de arriscar tudo. Nesse partido, foram os moderados que viveram a contradição de limitar sua ação de opositores no seio de um partido de oposição ao regime.

O MDB aproveitou-se do imobilismo da Arena para assumir a iniciativa legislativa. Apresentou mais projetos de lei, mesmo sabendo, de antemão, que estes seriam rejeitados; apresentou mais requerimentos de informação, tentando fiscalizar o Executivo, e participou com maior assiduidade dos debates na Câmara e no Senado. Já em 1973, em pleno governo Médici, contando com 87 deputados, apresentou 263 projetos de lei, quatro a mais que a Arena, que tinha 223 deputados. No total de projetos e requerimentos, o MDB apresentou 3,6 projetos por deputado, ao passo que a Arena apresentou 1,2 (figura 4).

Em 1974, ano de transição para o governo Geisel, os dois partidos tinham o mesmo número de deputados que no ano anterior, mas o MDB apresentou 278 projetos de lei contra 237 da Arena. Dados de outro tipo e de outra fonte apontam na mesma direção: os membros do MDB apresentaram 58% das proposições de iniciativa de deputados e fizeram nada menos que 3.133 pronunciamentos, respondendo, as-

sim, pela maioria das iniciativas, a despeito de serem minoria.

Em 1975, o domínio das atividades da Câmara Federal pelo MDB era fato consumado: o partido apresentou 1.105 projetos de lei, contra apenas 509 da Arena (aos quais se somaram 48 do Executivo, 29 do Senado, dois de comissões e dois da Mesa); 29 emendas à Constituição, contra 16 da Arena; 47 propostas de lei complementar, contra 13 da Arena; 44 requerimentos, contra 13 da Arena (figura 5).

Em 1976, o domínio do MDB no Congresso estava consolidado. No primeiro semestre do ano, os deputados desse partido minoritário pronunciaram 64% dos discursos feitos no grande expediente da Câmara dos Deputados; 68% dos projetos foram apresentados por emedebistas, o que nos dá uma taxa de 3,7 projetos por deputado do MDB e de 1,3 por deputado da Arena. No Senado, a discrepância se repetia: os 20 senadores emedebistas fizeram em média 14 discursos cada um, enquanto os 45 senadores arenistas fizeram em média, cada um, a metade. Dos senadores arenistas, 11 não fizeram qualquer pronunciamento durante todo o semestre. No mesmo período, os senadores emedebistas apresentaram 127 proposições, ou seja, 6,4 por senador, enquanto os arenistas, com 42 proposições, ficaram com uma média de 0,9 por senador (figura 6).

Assim, numa Câmara dos Deputados com maioria arenista e num Senado com mais de 2/3 de arenistas, o MDB dominou a atividade parlamentar. Acuado pela contradição de ser o partido de um governo militar que negava funções e legitimidade ao Parlamento, a Arena respondia com a apatia. Os parlamentares do MDB sabiam, claro, que seus projetos tinham pequena probabilidade de aprovação, mas esta era apenas um dos seus objetivos. Nas palavras do jornalista Marcondes Sampaio, em 1976: "Deputa-

dos da oposição chegam a apresentar determinados projetos menos com o objetivo de vê-los transformados em lei de imediato e mais no intuito de provocarem o debate. Isso ocorre, com frequência, por exemplo, em relação a temas institucionais, diante dos quais o MDB pretende fixar posição junto à opinião pública, mesmo reconhecendo a inviabilidade do seu acolhimento pelo governo. Exemplos típicos são as propostas de emenda constitucional..."

As diferenças entre a Arena e o MDB não esgotam, entretanto, a análise da atividade parlamentar. Também no interior de cada partido produzia-se uma contradição que seguia linhas ideológicas. Assim, dos 36 emedebistas inscritos para falar no expediente de agosto de 1976, 18 eram autênticos, enquanto nenhum dos oito arenistas inscritos era renovador. Isso sugere que, no MDB, os moderados não coagiam — ou não conseguiam coagir — os autênticos, enquanto na Arena a relação se invertia: o grupo renovador funcionava como se estivesse tolhido, seja pela direção partidária, seja como resultado direto da contradição, ainda mais aguçada, de pertencer à ala liberal do partido que apoiava a ditadura militar. O resultado é que a composição ideológica da atividade parlamentar não correspondia à composição partidária do Parlamento, que funcionou como órgão simbólico de oposição ao regime.

Os legisladores democratas dos partidos do governo em regimes militares-autoritários vivem uma difícil contradição: por um lado, como representantes da sociedade civil, devem defender os direitos humanos e políticos da sociedade, evitando sua usurpação por outros grupos, inclusive pelos militares; por outro lado, como membros do partido do governo militar num regime ditatorial, devem defender as ações do governo, que priva seus representados e eles próprios de direitos fundamentais. Os parlamentares da Arena, partido do governo ditatorial militar, viveram essa contradição e caíram na apatia, deixando o campo livre para que o MDB dominasse o cenário parlamentar. Na experiência parlamentar brasileira, inverteu-se o provérbio nas ditaduras, quem consente, cala.


SUGESTÕES PARA LEITURA

- VALLE A., *Estruturas políticas brasileiras*. Rio de Janeiro, Laudes, 1970.
- ABRANCHES S. e SOARES G., "As funções do Legislativo", Rio de Janeiro, *Revista de Administração Pública*, vol. 1, 1973.
- KLEIN L. e FIGUEIREDO M., *Legitimidade e coação no Brasil pós-64*. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1978.
- SOARES G., "As políticas de cassações", Rio de Janeiro, *Dados*, vol. 21, 1979.



foto A. R. Panizzi

Perceijos adultos *Nezara viridula* em cópula sobre um ramo de leguminosa nativa *Desmodium tortuosum*.

PERCEVEJOS

Sugadores de sementes

Antônio Ricardo Panizzi Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

O conhecimento pleno da ecologia nutricional dos percevejos é essencial para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas que apresentem, no caso da soja, maior abrangência e eficiência. Como esses insetos localizam as plantas que vão atacar? Como fazem para ingerir nutrientes e água de que necessitam? Como os estados fisiológicos das plantas e dos próprios insetos influenciam a interação entre ambos? Qual o papel dos fatores abióticos, como temperatura e umidade? Que condições adversas provocam a migração? Resultados obtidos em trabalhos de campo e de laboratório tornaram possível responder, para os agricultores, várias dessas questões, facilitando o combate à praga na cultura da soja.

Um dos aspectos mais interessantes da vida dos insetos, e que vem recebendo atenção crescente nos últimos anos, é a chamada ecologia nutricional. Até bem pouco tempo, nutrição de insetos significava apenas estudo dos requisitos nutricionais básicos, ou seja, a necessidade de compostos orgânicos formadores de proteínas (aminoácidos), além de açúcares, lipídios (gordura), água e outras substâncias, de modo a possibilitar a reprodução e o desenvolvimento dos insetos com dietas artificiais nas clássicas colônias de laboratórios. As colônias têm sido utilizadas nos mais variados tipos de pesquisas, como, por exemplo, nos programas de controle biológico, onde é criado grande número de insetos.

Aos poucos, porém, além do estudo nutricional qualitativo, desenvolveu-se um enfoque quantitativo que envolve concentrações e proporções de nutrientes. A dietética (ou nutrição quantitativa) expandiu-se, passando a levar em conta aspectos comportamentais e

fisiológicos dos insetos, que variam segundo a presença de diferentes nutrientes e compostos secundários ou não nutricionais, ditos aleloquímicos (ver "De aromas, insetos e plantas", em *Ciência Hoje* n° 23). Além disso, as respostas comportamentais ou fisiológicas dos insetos às variações do ambiente — como a decisão de migrar com a queda da temperatura ou de aumentar a produção metabólica de água em condições de baixa umidade — têm conseqüências ecológicas e evolucionárias, fazendo parte do que hoje se entende por ecologia nutricional dos insetos (ver quadro).

Os insetos têm hábitos alimentares muito variados. Há, por exemplo, as lagartas ou os besouros comedores das folhas verdes das plantas (herbívoros); menos conhecidos são os que se alimentam de detritos (detritívoros) ou de microorganismos, como algas filtradas da água (algófagos). Entre os que se alimentam de partes das plantas, particularmente interessante do ponto de vista alimentar é o gru-

po dos sugadores de sementes, conhecidos como percevejos e pertencentes à ordem dos hemípteros, que inclui, entre outras, as famílias Alydidae, Coreidae, Cydnidae, Lygaeidae, Miridae, Pentatomidae e Pyrrhocoridae.

Evolução da nutrição clássica à ecologia nutricional		
Nutrição	Dietética	Ecologia nutricional
Requisitos básicos		
Concentrações e proporções		
Compostos não nutricionais		
Consumo e utilização de alimento		
Comportamento e fisiologia regulatória		
Ecologia e evolução		

Fonte: Slansky, 1982



Fig. 1. Percevejo marrom (*Euschistus heros*) inserindo os estiletes do aparelho bucal (indicado por uma seta) em vagem de soja durante o processo alimentar.

Os percevejos absorvem nutrientes e água por meio de um aparelho bucal formado por estiletes que são inseridos na fonte alimentar (figura 1). Este modo de alimentação — que provavelmente evoluiu de um aparelho bucal raspador-sugador — varia de acordo com o alimento que está sendo ingerido e em função da saliva produzida durante esse processo. Os percevejos que sugam sementes secas ou maduras, por exemplo, secretam dois tipos de saliva: uma que se solidifica rapidamente na superfície das sementes, formando uma bainha externa para os estiletes, e outra aquosa, contendo enzimas (isto é, proteínas especializadas que facilitam as reações bioquímicas) e metabólitos (compostos intermediários de uma cadeia de reações), que liquidifica o conteúdo da semente para posterior ingestão.

Quando, no entanto, a alimentação ocorre em partes vegetativas da planta ou em sementes verdes, formam-se bainhas internas, que permanecem nas plantas após a alimentação e têm sido utilizadas como indicadores da atividade alimentar de percevejos. Nas sementes de soja, por exemplo, as puncturas de percevejos da família Pentatomidae provocam o aparecimento de minúsculas manchas escuras e áreas esbranquiçadas que revelam espaços de ar produzidos pelo esvaziamento do conteúdo celular (figura 2).

Durante o seu desenvolvimento, os percevejos passam por cinco fases jovens, também chamadas estádios ninfaís ou ínstaes, antes de se tornarem adultos. As ninfas de primei-

ra idade de pentatomídeos (figura 3) permanecem sobre as cascas dos ovos, aparentemente sem se alimentar e demonstrando acentuada tendência a agregar-se, hábito que diminui com o desenvolvimento dos insetos. Certas espécies de percevejos das famílias Cydnidae e Corimelaenidae, porém, nutrem-se desde o primeiro ínstar e não apresentam hábitos gregários. Ao que tudo indica, o gregarismo das ninfas que não se alimentam no primeiro ínstar é um importante fator auxiliar na sua sobrevivência. Nessa fase, qualquer distúrbio na colônia pode ameaçá-la. O metabolismo das ninfas de primeira idade que não se alimentam, depende, portanto, da energia acumulada pela fêmea nos ovos.

As ninfas jovens não conseguem alimentar-se de vagens (pilosas e espessas) ou de sementes (com cascas excessivamente duras), seja pelo tamanho, seja pela fragilidade de seu aparelho bucal. Na fase adulta, o percevejo verde *Nezara viridula* é capaz de nutrir-se de vagens de uma leguminosa não cultivada, a *Sesbania vesicaria*. As ninfas, entretanto, não alcançam a semente com o aparelho bucal porque há um espaço de ar entre a semente e a parede da vagem. Quando se retira a parede da vagem e as sementes ficam em exposição, as ninfas alimentam-se normalmente. Esta talvez seja a razão porque as fêmeas “decidem” utilizar essas plantas apenas para se alimentar, e não para depositar ovos.

À medida que as ninfas se desenvolvem, diminui seu comportamento gregário e aumenta seu consumo alimentar. Elas adquirem



Fig. 2. Puncturas de percevejos em sementes de soja durante a alimentação; as setas indicam os locais de penetração dos estiletes bucais.



Fig. 3. Formas jovens de percevejo *Nezara viridula* sobre as cascas dos ovos logo após sua eclosão; o hábito gregário, nessa fase, é fundamental para a sobrevivência da colônia.

maior mobilidade e passam a usar diferentes táticas de localização dos alimentos: as que se nutrem de sementes maduras caídas no solo andam num ziguezague que aumenta a oportunidade de encontrar o alimento; as que fazem uso de sementes imaturas não têm esse hábito, pois seu objetivo é mais facilmente alcançado nas próprias plantas.

Após atravessarem os cinco ínstaes, os hemípteros atingem o estado adulto. Machos e fêmeas assemelham-se bastante, apesar das diferenças de coloração, das formas do corpo e, principalmente, do tamanho. Normalmente as fêmeas são maiores que os machos, embora o tempo de desenvolvimento ninfaís seja o mesmo. Este fato sugere que as ninfas fêmeas ingerem maior quantidade de alimento ou dele se utilizam de maneira mais eficiente. Esse aspecto liga-se à maior demanda nutricional exigida pela postura de ovos.

Uma série de características associadas às sementes influencia o desempenho dos insetos sugadores: ricas em nutrientes, elas aumentam a taxa de sobrevivência das ninfas e a reprodução dos adultos. Certas sementes, no entanto, possuem compostos não nutricionais. Esse é o caso dos compostos nitrogenados de intensa atividade biológica (alcalóides), aminoácidos não protéicos, terpenóides e outros, que são tóxicos ou podem repelir os insetos, inibindo o processo alimentar. Além dessas defesas químicas, as defesas físicas das plantas (como pilosidade e espessura das paredes das vagens) influenciam não apenas a biologia das ninfas (isto é, aumento de peso,

tempo de desenvolvimento, sobrevivência e relação entre peso e tempo de vida) como também a biologia dos adultos (ou seja, época da primeira cópula e duração do período de atividade sexual, fecundidade ou produção total de ovos, fertilidade ou viabilidade dos ovos, ganho de peso, longevidade e sobrevivência).

Também a distribuição das sementes no espaço e no tempo são fatores que determinam a dinâmica populacional dos insetos sugadores: condições ambientes, como por exemplo a falta de chuvas, podem ter grande impacto na produção de sementes, restringindo a disponibilidade de alimentos. Sementes com maturação rápida têm menor chance de ser descobertas pelos insetos sugadores. Assim, algumas variedades de soja com ciclo de reprodução curto conseguem escapar ao ataque de percevejos, isto é, amadurecem antes que a população dos insetos cresça o suficiente para danificar as sementes. Esta é uma das principais razões porque os agricultores preferem cultivar variedades de soja consideradas precoces.

A escolha da planta pelos insetos sugadores envolve uma série de características, como, por exemplo, a presença de substâncias atraentes/estimulantes do apetite e/ou repelentes/inibidoras. Em geral, os insetos respondem às particularidades físico-químicas das plantas na seguinte ordem: orientação como reação a um estímulo qualquer, atividade alimentar, metabolismo do alimento ingerido, crescimento do inseto, sobrevivência, produção de ovos e oviposição. Estas respostas, por sua vez, são altamente influenciáveis por fatores abióticos — tais como temperatura e umidade — e bióticos — estado fisiológico da planta e do inseto. Por exemplo, um percevejo, em condições de baixa umidade ambiente e sem ter ingerido água, é mais fortemente atraído pelas folhas, que têm maior conteúdo de água, do que pelas sementes, que, em condições normais, seriam as preferidas.

A escolha da planta é determinada também pelo hábito alimentar especializado e pela abundância do alimento. Entre certas espécies de percevejos pertencentes a um mesmo gênero, há os que preferem se alimentar de plantas em frutificação e os que se nutrem de plantas no estado vegetativo. Isso sugere o desenvolvimento de um hábito alimentar especializado em indivíduos capazes de sobreviver em plantas sem sementes, o que evita a competição direta por alimento. Outro fator que influi na escolha é a abundância da planta. Quanto mais abundante, maior sua exposição (“aparência”), como sugere o professor Paul Feeny, estudioso de insetos da Universidade de Cornell (EUA): conseqüentemente, maior a probabilidade de serem encontradas pelos insetos. Examinemos o caso da soja: planta anual, relativamente pequena e de crescimento rápido, ela é pouco “aparente”, e, portanto, pouco vulnerável aos insetos. Mas, na prática, não é o que acontece. A soja é cultivada em áreas extensas, o que aumenta extraordinariamente sua “aparência”, tornando-a acessível aos insetos que dela se nutrem.

Em geral, a preferência dos insetos por determinadas plantas — tanto para efeito de alimentação quanto para a deposição de ovos ou refúgio — é estudada no campo. A predileção por certo tipo de alimentação, porém, pode ser observada em laboratório. Estuda-se a preferência alimentar de certos percevejos, por exemplo, oferecendo-se dois, três ou até quatro tipos de alimentos simultaneamente, num ambiente fechado, como é o caso de uma arena (figura 4). Antes do teste, os insetos são privados de alimento durante um tempo determinado, nutrindo-se apenas de água. Depois desse período de jejum — que pode ser de 12 horas —, são soltos nas arenas que contêm os diferentes tipos de alimento. Observa-se a atividade alimentar ao longo de um período, anotando-se a frequência do inseto sobre cada alimento. Isso determina sua preferência e permite identificar as sementes (entre as várias espécies vegetais) e as estru-

Preferência alimentar de adultos de <i>Nezara viridula</i>		
Alimento	Frequência	
	A	B
Hastes + pecíolos	41	32
Flores	27	9
Folhas	15	8
Vagens	61	52
Flores	38	16
Hastes + pecíolos	2	1
Vagens	48	38
Hastes + pecíolos	15	10
Folhas	12	4
Vagens	18	13
Flores	12	3
Hastes + pecíolos	7	7
Folhas	2	0
Vagens pilosas	27	24
Vagens glabras	23	20
Sementes maduras	19	15
Sementes verdes	12	10

Fig. 5. Resultados do teste realizado em laboratório (com 180 observações) usando-se diferentes estruturas de soja. Apenas no último grupo a diferença não foi estatisticamente significativa. A = número total de vezes em que o percevejo se aproxima do alimento (alimentando-se ou não); B = número total de vezes em que ele se alimenta.

turas (folhas, hastes, sementes verdes, sementes secas, flores) prediletas das plantas. Por exemplo, quando se testou a preferência alimentar de percevejos *Nezara viridula* adultos com relação a várias estruturas da planta de soja, observou-se que esses insetos apresentavam reações diferenciadas. Pode-se observar, na figura 5, os dados relativos à predileção dos insetos por alimentos distintos. Em geral, a ordem decrescente foi: vagens, hastes + pecíolos, flores e folhas. Quando os insetos foram colocados na presença de estruturas reprodutivas da planta — isto é, vagens pilosas ou sem pilosidade (glabras) e sementes maduras ou verdes — não houve diferença marcante quanto à preferência.

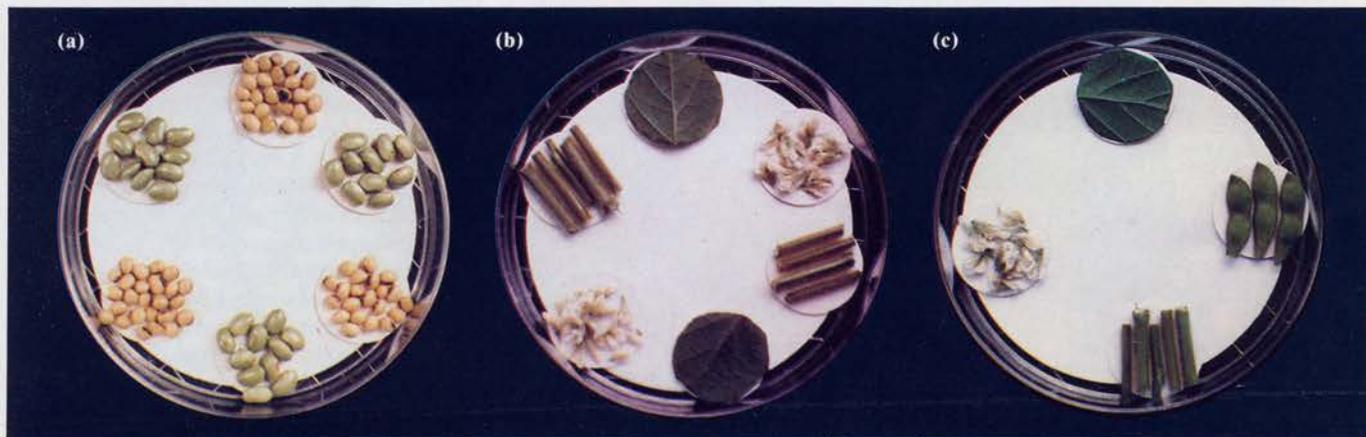


Fig. 4. Teste de preferência alimentar de percevejos em laboratório. Após um período de jejum, os insetos são liberados para observação de suas preferências alimentares. As opções incluem: (a) sementes verdes vs. sementes secas de soja; (b) hastes vs. folhas vs. flores; (c) folhas vs. vagens vs. hastes vs. flores.

Para evitar os efeitos desfavoráveis de condições climáticas adversas, os percevejos empregam duas estratégias: diapausa e migração. A diapausa, ou estado de dormência, comumente associa-se a uma combinação de fatores que envolve mudanças de temperatura, luminosidade e abundância de alimento (ver "Bicudo do algodoeiro no Nordeste", em *Ciência Hoje* n° 21). O percevejo verde *Nezara viridula*, por exemplo, com a queda da temperatura e a diminuição das horas de luz, no inverno, entra em estado de dormência. O inseto adulto, portanto, está especialmente adaptado para sobreviver em condições desfavoráveis: busca abrigo em locais que oferecem proteção e ali permanece inativo (hibernação) até que as condições climáticas sejam mais favoráveis. É interessante observar que os *Nezara viridula* mudam de coloração durante o inverno, tornando-se mais escuros. Este fenômeno sugere uma adaptação fenotípica, ou seja, adaptação da aparência externa do inseto para melhor absorver os raios solares.

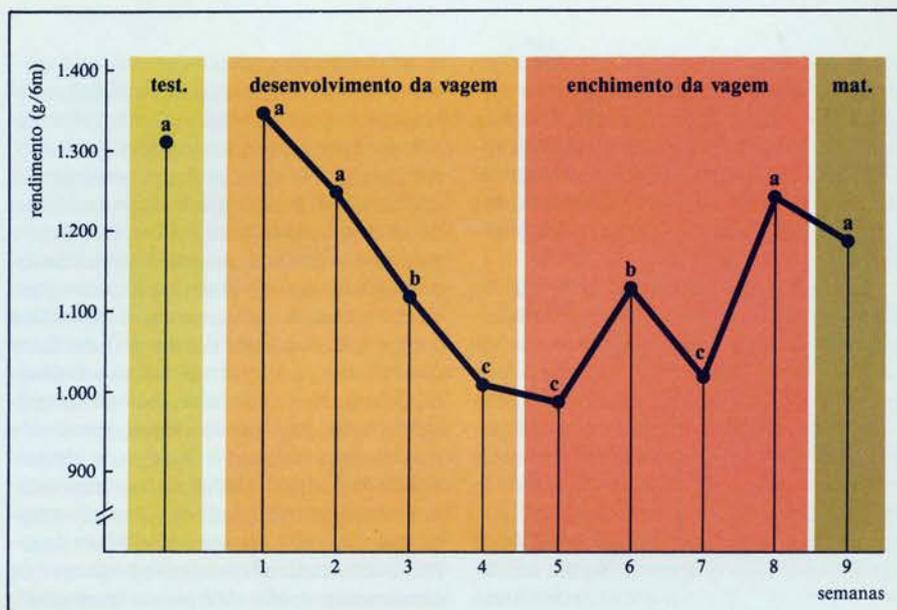


Fig. 6. Rendimento de plantas de soja não infestadas (testemunhas) e infestadas com dois percevejos *Piezodorus guildinii* adultos por metro de fileira, durante uma semana a partir do início do desenvolvimento da vagem até o início da maturação. Médias com a mesma letra não diferem significativamente.

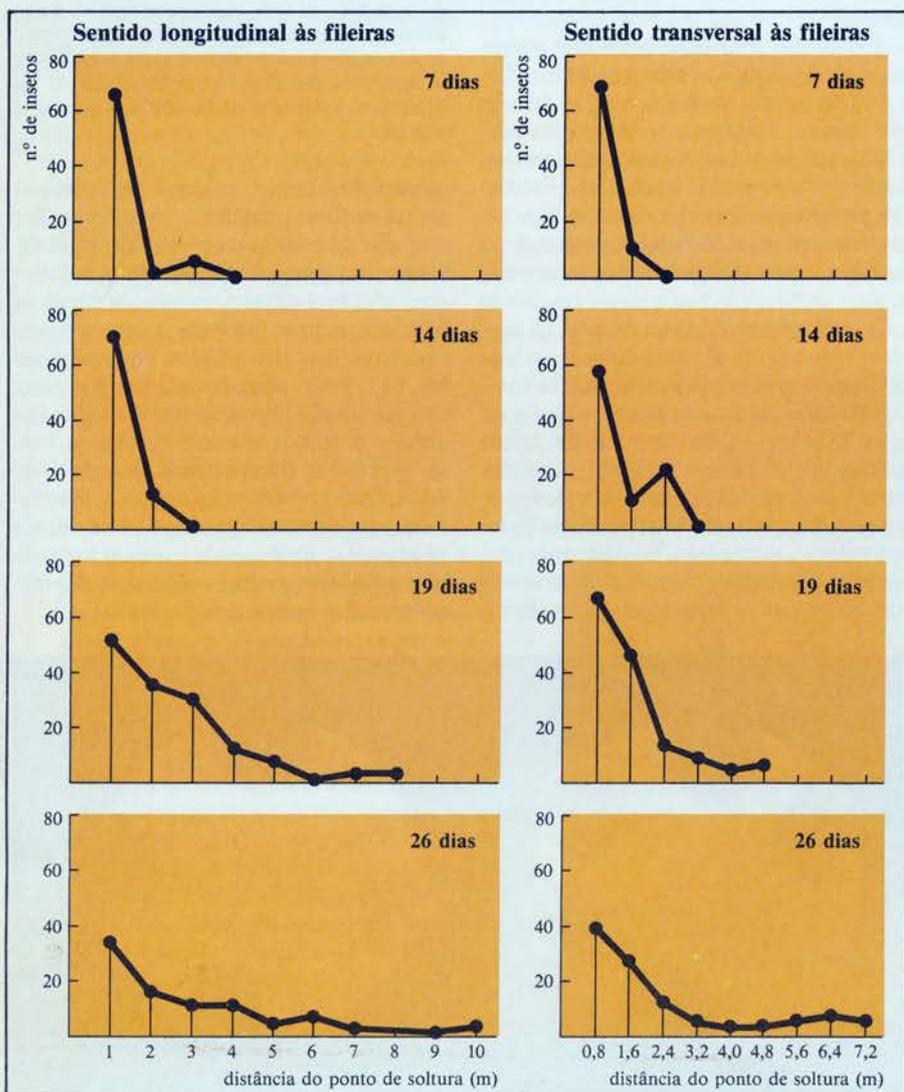


Fig. 7. Número de ninfas de *Nezara viridula* capturadas em vários períodos de tempo e diferentes distâncias do ponto de soltura.

Certas espécies de percevejo também migram em busca de condições climáticas favoráveis à sua reprodução e sobrevivência. Em geral voam de dia. Os adultos são excelentes voadores e sua capacidade de vôo atinge o ponto máximo cerca de sete a dez dias após atingirem o estado adulto, antes de iniciarem a atividade reprodutiva, que inibe o vôo. Tanto a diapausa quanto a atividade migratória são opções que o inseto tem para atravessar períodos de adversidade. A decisão entre uma ou outra é tomada em função de uma avaliação de fatores ambientais, bióticos e abióticos. Isso significa, em última análise, optar pela estratégia que, em tese, poderá conduzir a espécie a uma melhor sobrevivência.

Os percevejos que sugam sementes desenvolveram vários mecanismos de defesa contra inimigos naturais. Certas espécies apresentam coloração críptica ou mimética, ou seja, adaptam-se à coloração do alimento ou do meio onde vivem. O percevejo pentatomídeo *Thyanta perditor*, por exemplo, é verde quando se alimenta de plantas verdes de *Bidens pilosa* (picão-preto), e marrom quando se nutre de espigas de trigo em maturação. Outras espécies, como o percevejo *Oncopeltus fasciatus*, apresentam coloração de advertência (aposemática) que pode estar associada à presença de substâncias químicas derivadas das plantas. O hábito gregário desse percevejo, além de auxiliar sua sobrevivência por estimular a eficiência alimentar, pode desencorajar a ação de predadores (insetos reunidos podem, por exemplo, parecer um organismo maior). Outros mecanismos de defesa envolvem a produção de secreções odoríferas de ação repelente e a adoção de atitudes comportamentais, como deixar-se cair ao solo quando perturbado ou a guarda dos ovos e ninfas jovens pelas fêmeas.

Como se pode observar, muitos dos processos ecológicos, fisiológicos e comportamentais demonstrados pelos insetos ligam-se a um contexto nutricional. Este é um ponto fundamental a ser levado em conta quando se deseja desenvolver sistemas de manejo para controle de pragas como o percevejo. O Centro Nacional de Pesquisa da Soja (CNPSo), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vem realizando pesquisas sobre aspectos da biologia de percevejos e dos danos por eles causados à cultura da soja. Nesse sentido, experiências realizadas por meio da infestação artificial de plantas de soja isoladas em gaiolas permitiram identificar o período crítico do ataque dos percevejos: entre o final do desenvolvimento até meados do enchimento das vagens (figura 6). O resultado tornou possível a orientação dos agricultores no sentido de precisar a melhor época para combater a praga na lavoura da soja.

Entre os estudos sobre a biologia dos percevejos pode-se citar, como exemplo, a investigação do reconhecimento da capacidade de dispersão das formas jovens (ninfas), que não têm asas e se deslocam andando. Os resultados indicaram que as ninfas mais velhas, ou seja, de quinta idade, têm maior capacidade de dispersão e que os insetos deslocam-se mais no sentido longitudinal (ao longo das fileiras de soja) do que no transversal (perpendicular às fileiras). No primeiro caso, a distância percorrida chegou a um máximo de dez metros. No segundo, 7,2 metros a partir do ponto onde as ninfas haviam sido liberadas



Fig. 8. Campo de soja com uma cultivar mais precoce (amarelado) nas bordaduras e que serve como atrativo ("armadilha") para os percevejos. O uso de inseticida restrito a essa área elimina o foco de infestação para o restante da lavoura.

(figura 7). Isso permite estimar a velocidade de infestação da lavoura de soja pelas ninfas a partir de focos iniciais.

Outro exemplo de pesquisa com percevejos desenvolvida pelo CNPSo inclui a chamada técnica da "cultivar armadilha". Ela consiste na semeadura, antecipada ou não, em áreas marginais da lavoura, de algumas fileiras com cultivar mais precoce ou com um outro hospedeiro preferencial, de maneira a atrair a praga e posteriormente eliminá-la

com o uso de inseticida restrito a essa área de atração (figura 8). Os resultados mostram que os percevejos atacam mais cedo a "cultivar armadilha" a partir do aparecimento das primeiras vagens e com ponto máximo no final do enchimento dos grãos, quando é feita a aplicação de inseticida. Na área principal, a população de percevejos tem um crescimento mais lento, provavelmente porque diminui na área da armadilha. O nível de dano crítico (NDC) é atingido no início da senescência das plantas (amarelecimento das folhas), fora, portanto, do período crítico de ataque (figura 9).

Esta e outras pesquisas viabilizaram o desenvolvimento de um sistema de manejo dos percevejos que passou a ser utilizado pelos agricultores. Atualmente, o programa de pesquisas tenta aprimorar suas informações, passando a incluir aspectos da biologia dos percevejos tais como especialização e preferência alimentar, utilização de recursos nutricionais efêmeros, migração, hibernação e comportamento gregário. Tais estudos são necessários para que os programas de manejo integrado de pragas tenham maior abrangência e sejam mais eficientes.

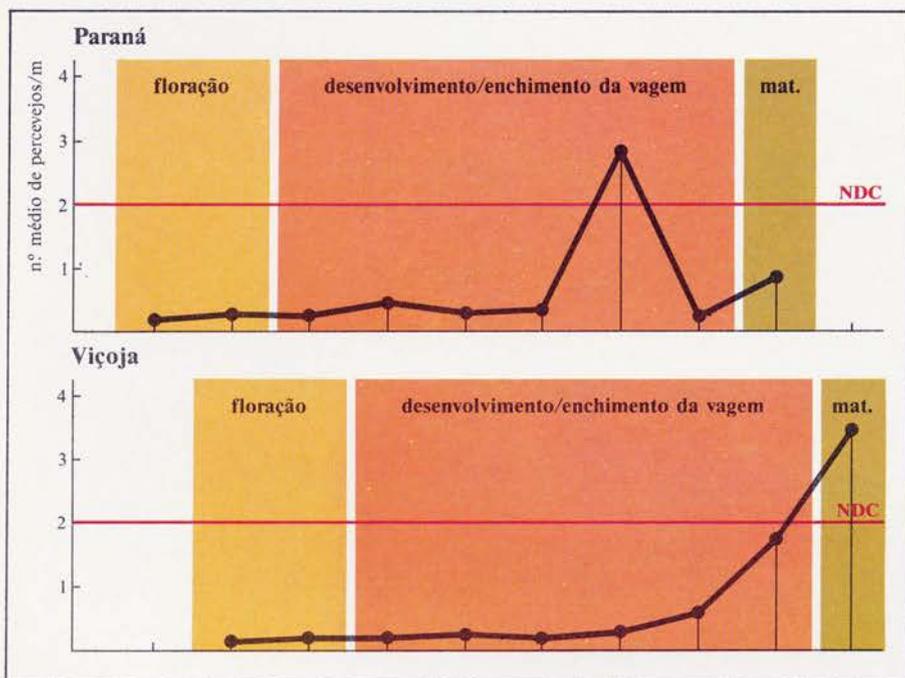


Fig. 9. Flutuação populacional de percevejos em duas cultivares de soja. Na cultivar precoce Paraná, utilizada como "armadilha", os percevejos iniciaram a colonização da soja mais cedo do que na cultivar Viçõja, mais tardia. O uso de inseticida (indicado pela seta) na cultivar Paraná eliminou o foco de infestação, fazendo com que a população de percevejos atingisse o máximo, na cultivar Viçõja, no final do enchimento das vagens, fora do período crítico do ataque. NDC = nível de dano crítico.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- SCRIBER J. M., "Host plant suitability", in Bell, W. & Carde R. T. (orgs.), *Chemical ecology of insects*. Londres, Chapman & Hall, 1984.
- SLANSKY JR. F., "Insect nutrition: an adaptationist's perspective". *Florida Entomologist*, n.º 65, p.45-71, 1982.
- SLANSKY JR. F. & SCRIBER J. M. "Food consumption and utilization", in Kerkut G. A. & Gilbert L. I. (orgs.), *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. Oxford, Pergamon Press, 1985.

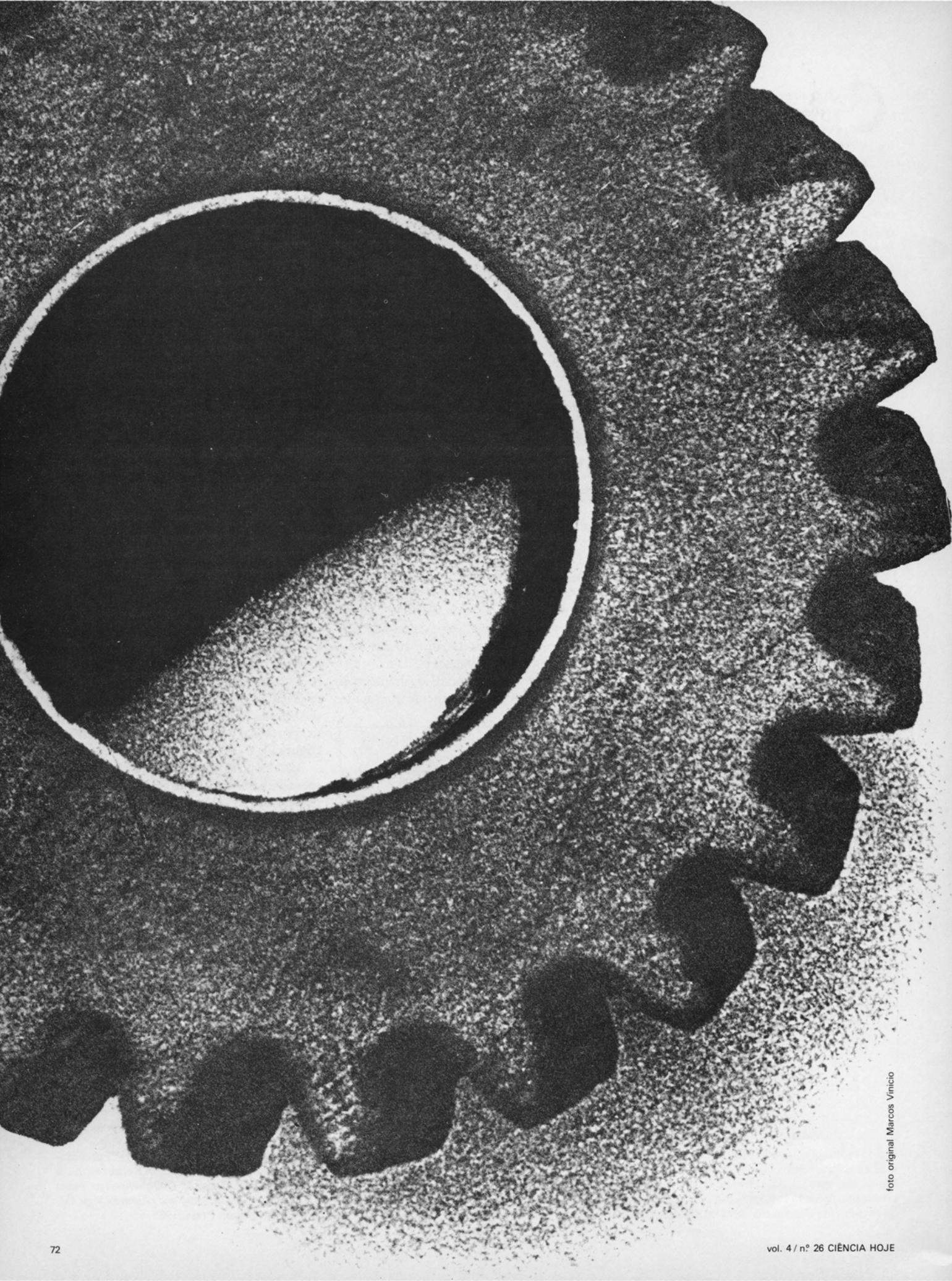


Foto original Marcos Vinício

O AÇO TRATADO

Carlos A. dos Santos

Departamento de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Israel J. R. Baumvol

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Por maior que tenha sido nosso avanço tecnológico, os desafios básicos relacionados com a fabricação e o melhoramento do aço permanecem inalterados desde o terceiro milênio antes de Cristo, quando o homem começou a utilizar essa liga de ferro e carbono na fabricação de armas e utensílios. Hoje, como outrora, necessitamos de aços cada vez mais resistentes à fadiga e aos diversos tipos de desgaste, como adesão, abrasão, erosão ou corrosão. O que mudou foi o fator de escala. Os artefatos dos nossos ancestrais certamente não se comparam com os resultantes da atual produção metalúrgica, e o mesmo ocorre, infelizmente, com a potência dos armamentos. Em consequência, as ferramentas e os materiais em geral são utilizados em condições cada vez mais severas: temperaturas mais elevadas, meios corrosivos mais atuantes e situações mais críticas de atrito e desgaste.

Embora a manipulação do aço persiga, ainda hoje, objetivos muito antigos, métodos e técnicas de fabricação sofreram profundas modificações, beneficiando-se de melhores conhecimentos sobre os mecanismos básicos responsáveis pela proteção do material. A descoberta, no fim do século XIX, de que as características superficiais dos aços influenciam decisivamente suas propriedades mecânicas, qui-

micas e tribológicas (do grego *tribos*, que significa atrito) abriu caminho para o desenvolvimento de novas técnicas de tratamento. A primeira delas — chamada cementação — surgiu com a constatação de que o ferro forjado é macio porque quase não contém carbono, enquanto o ferro-gusa é frágil porque o contém em demasia. Em linhas gerais, essa técnica consiste na introdução de carbono na superfície de determinado aço. Há três tipos básicos de cementação: em carburante sólido, líquido e gasoso.

Usada inicialmente na obtenção de aço-carbono a partir de ferro forjado, essa técnica veio a ser empregada em tratamento superficial depois da descoberta de que a passagem por determinados processos térmicos e a adição de algumas espécies atômicas (como o cromo, o níquel, o vanádio, o molibdênio, o manganês, o tungstênio e o titânio) modificam as propriedades dos aços, aumentando, por exemplo, sua dureza, tenacidade e resistência a todos os tipos de desgaste (figura 1). Graças a essas descobertas, tornou-se possível desenvolver aços-liga adequados a aplicações específicas, como os inoxidáveis, resistentes à corrosão.

Outras técnicas de tratamento superficial foram desenvolvidas, algumas das quais são apresentadas na figura 2. Para

se avaliar sua importância, basta lembrar que a aplicação de uma camada de cromo, níquel ou estanho confere ao aço-liga comum maior resistência à corrosão. Entre essas técnicas, merece destaque, pela potencialidade de aplicação tecnológica e baixo custo operacional, a nitretação. Patenteada em 1908, nos Estados Unidos, pelo engenheiro Adolph Machlet, ela consiste basicamente na introdução de nitrogênio na superfície do aço. Os primeiros resultados experimentais revelaram, contudo, um fato desagradável, cuja solução passou a ser buscada por inúmeros pesquisadores:

Principais propriedades dos materiais

Mecânicas	Elasticidade Ductilidade Fluência Tenacidade Dureza
Químicas	Corrosão Oxidação
Tribológicas	Atrito Desgaste Adesivo Abrasivo Erosivo

2

Tratamentos termoquímicos

Tratamento	Espécie atômica introduzida	Características do material tratado
Cementação	Carbono	Alta dureza superficial
Nitretação	Nitrogênio	Resistência à fadiga e aos diversos tipos de desgaste
Carbonitretação	Carbono e nitrogênio	
Boretção	Boro	
Zincagem	Zinco	Resistência à oxidação e à corrosão
Estanhação	Estanho	
Niquelação	Níquel	
Cromatização	Cromo	

Os tratamentos superficiais de aços por meio de métodos termoquímicos são uma prática corrente na metalurgia há muito tempo. A cementação, por exemplo, já era usada no Império Romano. Essencialmente, todos esses processos consistem em introduzir determinadas espécies atômicas na superfície dos materiais, com o objetivo de lhes conferir características desejadas.

as peças nitretadas apresentavam uma camada branca superficial, composta pelos nitretos Fe_2N e Fe_4N , que se desprendia em serviço. Apesar desse inconveniente, conseguiu-se dominar a técnica, com excelente rendimento mecânico das peças nitretadas, que se mostravam resistentes à fadiga e aos diversos tipos de desgaste.

Na década de 1940 tiveram início os tratamentos de carbonitretação, que não ocasionam a formação da camada branca. Nela, em vez de compostos binários entre um metal (no caso, o ferro) e o nitrogênio, a camada superficial passa a ser constituída de carbonitretos, principais responsáveis pela resistência à fadiga e ao desgaste. Resultados semelhantes podem ser obtidos através da introdução de boro na superfície metálica (boretção).

Todos os métodos de tratamento superficial apresentados acima proporcionam bons resultados, sendo amplamente utilizados em processos industriais. Mesmo assim, o avanço tecnológico relacionado com a mecânica fina impõe novas exigências. As peças devem ser tratadas sem que suas dimensões se alterem além de limites que, em alguns casos, situam-se em torno de um micrômetro (um milésimo de milímetro). Além disso, a temperatura em que são realizados os tratamentos termoquímicos cria, por vezes, problemas de difícil solução.

Recentemente foi introduzida uma técnica que abriu novas perspectivas para os casos de tratamento mais sofisticado. Trata-se da implantação iônica, aplicada pela primeira vez à metalurgia no início da década de 1970, no Instituto de Pesquisas de Energia Atômica (AERE) da Inglaterra. Desde os primeiros trabalhos, ficou claro que os efeitos do atrito sobre os aços reduzem-se consideravelmente depois da implantação de íons (átomos cujo equilí-

brio elétrico foi alterado) de boro, nitrogênio, molibdênio, estanho e outros elementos (ver "Implantação iônica").

Esta constatação encorajou outros grupos a estudar as diversas propriedades mecânicas e tribológicas de vários pares íon-substrato, área que até hoje atrai a atenção de laboratórios em todo o mundo. Tendo adquirido em 1982 um implantador de íons, o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul capacitou-se a desenvolver projetos de pesquisa básica e aplicada com essa técnica. Os resultados são extremamente encorajadores, seja no que diz respeito ao desvendamento das propriedades mecânicas e tribológicas dos aços, seja no tocante à escolha dos elementos químicos mais apropriados. É grande o espectro de aplicações dos trabalhos, especialmente nas áreas de microeletrônica e metalurgia.

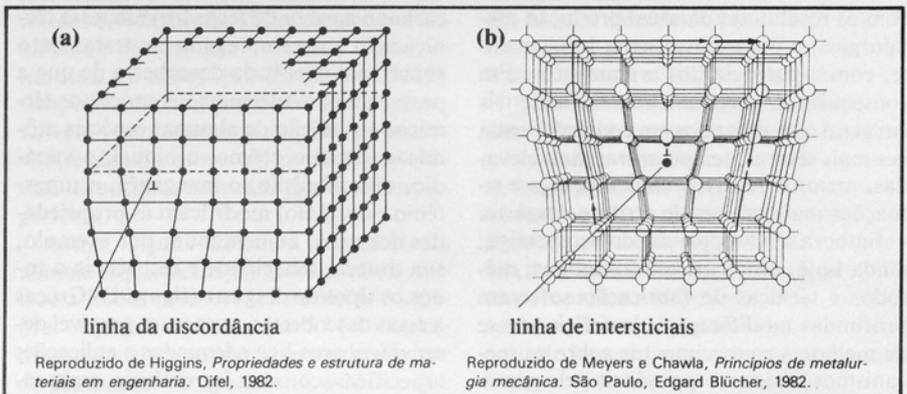
Por razões de natureza econômica e tecnológica, o maior esforço de pesquisa está concentrado na investigação da resistência à fadiga e aos diversos tipos de desgaste em aços implantados com nitrogênio. Como se sabe, a implantação deste elemento é simples e apresenta bons resultados em diversos materiais. Seu estado natural gasoso facilita a obtenção de um grande feixe iônico, o que permite o tratamento tanto de grandes peças como de grande número de pequenas peças, com significativa redução do custo operacional.

Em diversos tipos de aço, a implantação de nitrogênio induz a formação de precipitados de carbonitretos de ferro, que interagem com as discordâncias do material (planos de átomos do metal fora de sua posição normal na estrutura cristalina), aumentando assim sua resistência mecânica. Isso se passa da seguinte forma: a aplicação de atrito, tração, compressão ou qualquer outro tipo de esforço em uma peça metálica é capaz de movimentar suas discordâncias, realizando um movimento que, em última análise, provoca os diversos tipos de dano (deformação, rompimento ou desgaste). Logo, "aprisionar" as discordâncias, impedindo ou dificultando seus movimentos, torna o material mais resistente. Dois métodos clássicos atingem esse objetivo: a formação da chamada atmosfera de Cottrell (figura 3) ou a interação entre as discordâncias e uma distribuição de precipitados.

A eficiência no aprisionamento de discordâncias — e, portanto, a dureza e a resistência do aço tratado dessa forma — depende do tamanho dos precipitados, que podem ser obtidos através de diversas técnicas, como a aplicação de tratamento térmico em uma solução sólida supersatura-

3

Discordância em cunha e atmosfera de Cottrell



Como se vê em (a), na discordância em cunha existe um plano extra de átomos, o qual define a linha de discordância. Abaixo dela, os intersticiais são maiores do que na rede cristalina perfeita. Desse modo, os átomos intersticiais (carbono e nitrogênio, por exemplo) tendem a ocupar esses espaços, formando a chamada atmosfera de Cottrell (b).

IMPLANTAÇÃO IÔNICA

O estudo da penetração de partículas atômicas na matéria foi iniciado por volta de 1910, com os trabalhos experimentais de Joseph J. Thomson e Ernest Rutherford. A abordagem teórica do problema experimentou desde então progresso contínuo, levando, na década de 1950, ao surgimento da implantação iônica, que consiste na introdução de íons de qualquer espécie atômica em determinado material, à profundidade desejada. No início dos anos 70, essa técnica passou a ser utilizada na fabricação de componentes para a indústria eletrônica. Logo depois, em 1972, pesquisadores do AERE iniciaram sua aplicação em metais.

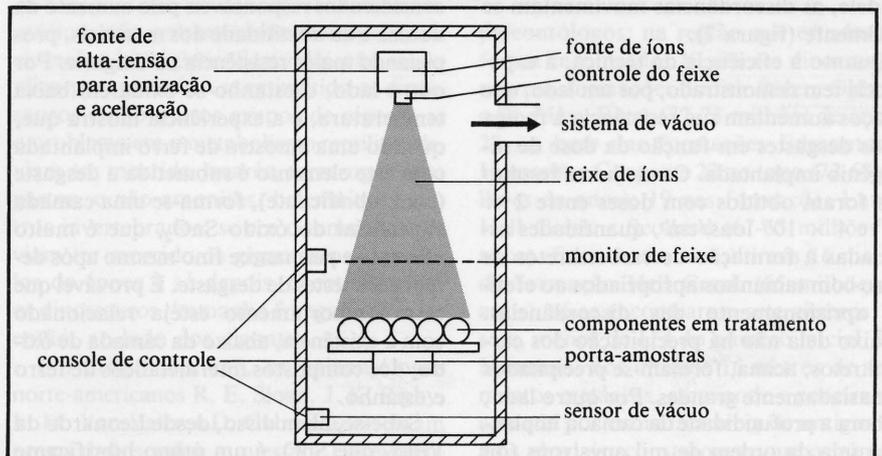
A implantação iônica demanda quatro etapas: (a) produção dos íons através de fonte apropriada; (b) separação do íon desejado, com utilização de analisador de massa; (c) aceleração do feixe iônico; (d) bombardeamento do substrato (amostra) na câmara de alvos (figura 4).

Ao penetrar num substrato, um íon energético sofre perda progressiva de energia, até parar. Portanto, o pleno domínio da técnica exige o equacionamento de dois aspectos relevantes: a profundidade de penetração (isto é, o alcance do íon) e os mecanismos de perda de energia. Estes últimos são de dois tipos: (a) excitação eletrônica, ou perda de energia eletrônica e (b) colisão elástica entre o íon incidente e os núcleos do substrato, ou perda de energia nuclear.

Conhecendo-se os processos de perda de energia, pode-se calcular o alcance total dos íons. Ao penetrarem no substrato, eles experimentam alguma dispersão (figura 5), originando um perfil de implantação que se aproxima da curva normal, onde o alcance projetado (R_p) é a média da distribuição (associada à direção de incidência do feixe) e ΔR_p é seu desvio quadrático médio associado. Temos assim os dois parâmetros essenciais à descrição do alcance do feixe. Para se ter uma idéia da ordem de grandeza, apresentamos na figura 6 o perfil (teórico) da implantação de nitrogênio no aço-carbono 1020 (0,2% de carbono). Como se pode observar, o R_p e o ΔR_p são, respectivamente, da ordem de mil e de 450 angstroms.

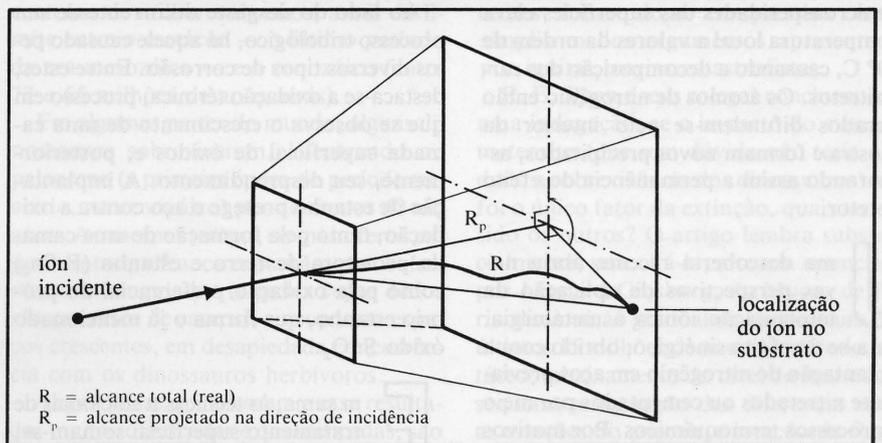
4

Esquema típico de um implantador de íons



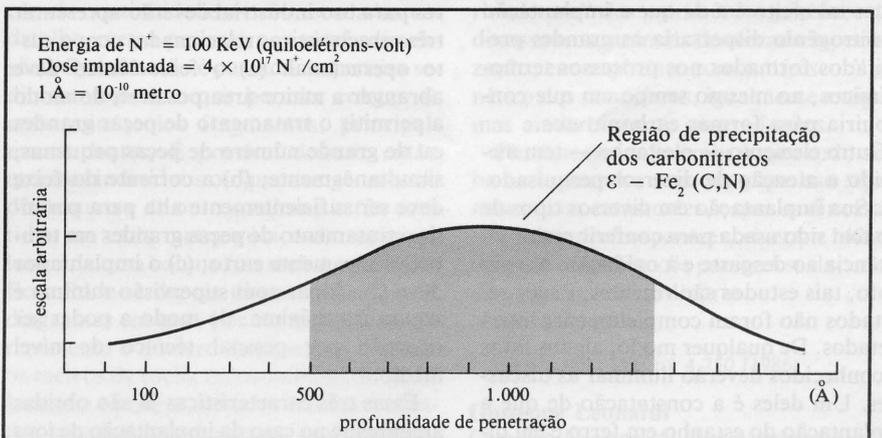
5

Trajetória de um íon implantado



6

Perfil (teórico) de concentração de nitrogênio implantado em aço-carbono 1020 (0,2% de carbono)



da (por exemplo, grande concentração de carbono em ferro). Portanto, é preciso encontrar o tamanho ideal, que corresponda à dureza máxima, pois, acima ou abaixo dele, as discordâncias movimentam-se facilmente (figura 7).

Quanto à eficiência da técnica, a experiência tem demonstrado, por um lado, que os aços aumentam sua resistência à fadiga e aos desgastes em função da dose de nitrogênio implantada. Os melhores resultados foram obtidos com doses entre 2×10^{17} e 4×10^{17} íons/cm², quantidades associadas à formação de carbonitretos de ferro com tamanhos apropriados ao efeito aprisionamento das discordâncias. Abaixo dela não há precipitação dos carbonitretos; acima, formam-se precipitados demasiadamente grandes. Por outro lado, embora a profundidade da camada implantada seja da ordem de mil angstroms (ou seja, um décimo de micrômetro), a resistência ao desgaste se mantém, mesmo após a remoção de vários micrômetros da camada superficial. Essa intrigante persistência do efeito protetor decorre do fato de que, num processo de desgaste, o contato entre as microasperidades das superfícies eleva a temperatura local a valores da ordem de 500° C, causando a decomposição dos carbonitretos. Os átomos de nitrogênio então liberados difundem-se pelo interior da amostra e formam novos precipitados, assegurando assim a permanência do efeito protetor.

Uma descoberta recente abriu novas perspectivas de aplicação da implantação iônica à metalurgia. Trata-se do efeito sinérgico, obtido com a implantação de nitrogênio em aços previamente nitretados ou cementados por meio de processos termoquímicos. Por motivos ainda não seguramente desvendados, as amostras duplamente tratadas (nitretação e implantação, ou cementação e implantação) apresentam resistência muito superior àquelas tratadas com apenas uma destas técnicas. A hipótese mais forte para explicar tal efeito é a de que a implantação de nitrogênio dispersaria os grandes precipitados formados nos processos termoquímicos, ao mesmo tempo em que contribuiria para formar carbonitretos.

Outro elemento — o estanho — tem merecido a atenção de diversos pesquisadores. Sua implantação em diversos tipos de aço tem sido usada para conferir maior resistência ao desgaste e à oxidação. No entanto, tais estudos são recentes, e seus resultados não foram completamente interpretados. De qualquer modo, alguns fatos já conhecidos deverão iluminar as discussões. Um deles é a constatação de que a implantação do estanho em ferro e em diversos tipos de aço induz a formação de

compostos intermetálicos, como FeSn₂, FeSn (ferro e estanho), Ni₃Sn₂ (níquel e estanho) e TiSn (titânio e estanho).

Alguns desses componentes têm sido considerados responsáveis pelo aumento da dureza e da ductilidade dos materiais, propiciando maior resistência ao desgaste. Por outro lado, o estanho se oxida em baixa temperatura, e a experiência mostra que, quando uma amostra de ferro implantada com este elemento é submetida a desgaste (com lubrificante), forma-se uma camada superficial do óxido SnO₂, que é muito aderente e permanece fino mesmo após demorados testes de desgaste. É provável que esse comportamento esteja relacionado com a existência, abaixo da camada de óxido, dos compostos intermetálicos de ferro e estanho.

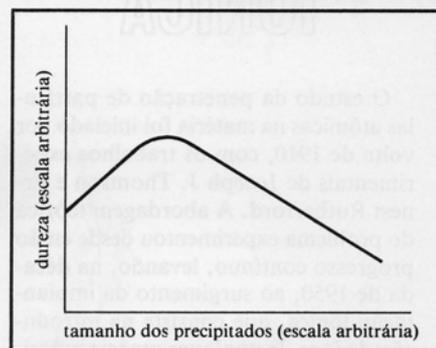
Sabe-se, além disso, desde Leonardo da Vinci, que SnO₂ é um ótimo lubrificante sólido. Suas partículas funcionam como lubrificante, mesmo quando se desprendem durante o processo de desgaste. Isso não é comum: em geral, as partículas desprendidas agem como abrasivo, aumentando o desgaste.

Ao lado do desgaste decorrente de um processo tribológico, há aquele causado pelos diversos tipos de corrosão. Entre estes, destaca-se a oxidação térmica, processo em que se observa o crescimento de uma camada superficial de óxidos e, posteriormente, seu desprendimento. A implantação de estanho protege o aço contra a oxidação, tanto pela formação de uma camada protetora de ferro e estanho (FeSn₂) como pela oxidação preferencial do próprio estanho, que forma o já mencionado óxido SnO₂.

Em suma, às técnicas tradicionais de tratamento superficial somam-se, nos casos mais críticos, alternativas recentemente descobertas no campo da implantação iônica. Seu uso, no entanto, envolve custos elevadíssimos, e sua aplicação sistemática em metalurgia depende de pesquisas em andamento. Os implantadores para uso industrial deverão apresentar três características relacionadas com o custo operacional: (a) o feixe iônico deve abranger a maior área possível, de modo a permitir o tratamento de peças grandes ou de grande número de peças pequenas, simultaneamente; (b) a corrente do feixe deve ser suficientemente alta para permitir o tratamento de peças grandes em tempo relativamente curto; (c) o implantador deve funcionar com supervisão mínima e segurança máxima, de modo a poder ser operado por pessoal técnico de nível médio.

Essas três características já são obtidas atualmente no caso da implantação de íons gasosos, principalmente o nitrogênio. Es-

Variação da dureza de um aço como função do tamanho dos precipitados



tá em operação, no AERE, um implantador que, dotado de uma câmara de alvos com diâmetro e profundidade da ordem de 2,5 metros, é capaz de produzir um feixe com área aproximada de 10³ cm², podendo funcionar durante 12 horas sem supervisão. Na implantação de metais (estanho, tantálio, nióbio, titânio, cromo), porém, esses requisitos não podem ser atendidos. Não há sequer perspectivas de que isso venha a ocorrer em futuro próximo. Existem, entretanto, técnicas que permitem contornar essa dificuldade. Uma delas é a mistura por feixe de íons (*ion beam mixing*), que consiste em bombardear com íons de gases nobres um filme (de 500 a mil angstroms) depositado sobre o substrato com que se deseja trabalhar (estanho sobre aço, por exemplo). A estrutura de defeitos criada pelos íons implantados promove a difusão do filme para o interior do substrato, propiciando a formação de fases protetoras. Os estudos nessa área são intensos, e os resultados obtidos, animadores.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BAUMVOL I.J.R., "Ion implantation metalurgy", in *Ion implantation science and technology*, J.F. Ziegler (org.). Nova Iorque, Academic Press, 1984.
- CHIAVERINI V., *Tecnologia mecânica* (dois volumes). São Paulo, McGraw-Hill, 1978.
- COTTRELL A.H., *Introdução à metalurgia*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1976.
- DIONÍSIO P.H., *Implantação iônica e difusão auxiliada por radiação de estanho em ferro e aços*. Tese de doutoramento (mimeo.) apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.
- SANTOS C.A., *Composição superficial e propriedades mecânicas e tribológicas de aços-carbono implantados com nitrogênio*. Tese de doutoramento (mimeo.) apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1984.
- VAN VLACK L.K., *Princípio de ciência dos materiais*. São Paulo, Edgar Blücher, 1970.

Em 29 de maio de 1936, o IBGE começou a funcionar com as atribuições que tem hoje.

Agora, tente voltar 50 anos ao passado e imagine o que você pensaria se alguém lhe falasse sobre banco de dados.

Pois é.

Mas hoje, todo mundo entende a importância de se ter bilhões de informações processadas quase que instantaneamente através de computadores.

E de como o domínio da informação é vital para o planejamento das empresas e do país.

Para manter esse acervo de dados sempre atualizado, a Fundação IBGE realiza pesquisas permanentes e Censos.

Aliás, neste ano, estamos realizando o Censo Agropecuário, em fase final de coleta de dados em cerca de 6 milhões de propriedades rurais, e vamos iniciar o Censo Econômico, que pesquisará mais de 2 milhões de empresas.



Só para você ter uma idéia do lado prático do banco de dados da Fundação IBGE, saiba que muitas das informações que nortearam a reforma econômica do Governo saíram de lá.

Assim como lá estão as respostas de que sua empresa precisa para planejar melhor.

Seja qual for a informação de que você precise, consulte o banco de dados da Fundação IBGE.

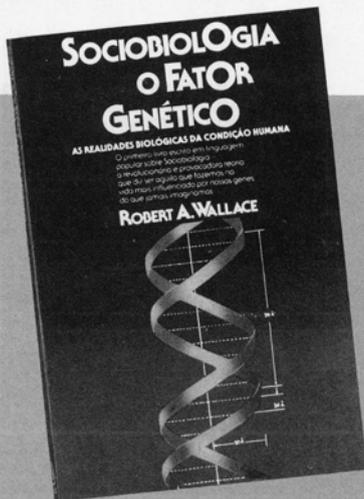
Ele é tão completo que é capaz até de você obter respostas sobre como era a economia brasileira no tempo onde banco de dados era entendido ao pé da letra. E todas as mudanças que ocorreram até agora.

50 anos.

FUNDAÇÃO IBGE

O maior banco de dados sobre o Brasil. Disponível!

Isso é o que muita gente entendia por banco de dados em 1936.



Sociobiologia: o fator genético, de Robert A. Wallace, tradução de Aydano Arruda. São Paulo, IBRASA (rua Vinte e Um de Abril 97, tel. 92-9639), 1985, 236 p.

Este livro apresenta, sem dúvida, os ingredientes da boa divulgação científica. O autor, biólogo competente, dono de um estilo vivo, é capaz de descobrir os ângulos mais interessantes para o leitor, desejoso de saber, afinal de contas, qual a contribuição da sociobiologia para a compreensão da vida e, em particular, da sua própria vida. Como consegue explicar isso? Aplicando à espécie humana o raciocínio básico da sociobiologia, que se desenvolve mais ou menos assim:

1. Sabe-se que os comportamentos dos animais: (a) são, em parte, determinados por genes, pois os criadores têm conseguido modificá-los por meio da seleção artificial; (b) são também alteráveis pelo adiestramento, o que mostra que os fatores ambientais influem sobre eles, juntamente com os genes; (c) são adaptativos, isto é, tendem a elevar a longevidade ou a fecundidade dos indivíduos que os exibem, ou a viabilidade de sua prole, contribuindo assim para que os genes dos mesmos tenham sua frequência aumentada nas gerações seguintes; (d) estão, portanto, sob a ação da seleção natural, que favorece a propagação dos genes que os determinam e tende a eliminar os que promovem comportamentos inconvenientes para o indivíduo ou seus descendentes.

2. Quando percebemos então que um comportamento, como a aversão ao incesto, é generalizado na humanidade, levantamos a hipótese de que seja determinado, em parte, por genes, embora sofra, ao mesmo tempo, a influência da cultura.

3. Essa hipótese fica mais provável quando o comportamento em questão é adap-

AS REALIDADES BIOLÓGICAS DA CONDIÇÃO HUMANA

tativo. Evitar o incesto é adaptativo, porque este aumenta a frequência de crianças afetadas por doenças ou defeitos recessivos.

4. Se um comportamento, como o celibato, não é biologicamente adaptativo, concluímos que é inteiramente cultural. De fato, genes promotores de celibato, se existissem, seriam rapidamente eliminados pela seleção natural.

Por mais fascinante que seja o raciocínio sociobiológico, é importante lembrar que, no caso da espécie humana, ele leva apenas a ilações ou hipóteses mais ou menos prováveis, nunca a conclusões seguras. Pode ser, por exemplo, que o comportamento de evitar incesto se tenha desenvolvido culturalmente (como propõem muitos antropólogos), e não geneticamente, uma vez que, como se sabe, os filhos incestuosos são, em média, menos aptos a transferir para diante os genes recebidos. É também possível que as duas causas, a genética e a cultural, coexistam.

Esta explicação, que o livro não chega a explicitar, é útil para quem pretenda tirar pleno proveito da leitura, sem se perder nos meandros da polêmica que tem acompanhado a aplicação da sociobiologia ao homem (ver *Sociobiologia: senso ou contra-senso?*, de M. Ruse, Belo Horizonte, Ed. Itatiaia, 1983). No primeiro capítulo, "Uma curta história", Wallace sintetiza essa polêmica e se alia a Edward Wilson, o sistematizador da sociobiologia, contra seus críticos. No capítulo 2, explica como "O imperativo reprodutivo" leva ao amor à prole. A ênfase com que apresenta suas ilações deve ser considerada um recurso de estilo, perfeitamente aceitável, e não um sinal de que estas estejam aprovadas ou reconhecidas por todos. Antes de argumentar (convincentemente) que o amor aos filhos deve resultar da influência de genes adaptativos, mantidos na população por seleção natural, ele próprio lembra, tomando como exemplo a altura das pessoas, que "somos a soma de nossos genes e de nossa experiência", e adverte: "Este ponto deve ser tido em mente enquanto prosseguimos, pois vou acentuar a importância dos genes no comportamento humano" (p. 38). Contrasta com essa cautela a conclusão a que chega a filósofa francesa Elisabeth Badinter em seu bem documentado livro *Um amor conquistado* (Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1985): "Ao se percorrer a his-

tória das atitudes maternas, nasce a convicção de que o instinto materno é um mito." Segundo ela, "o amor materno não é inato" porque varia muito conforme a época e de uma pessoa para outra. Seu erro é pensar que comportamentos alteráveis pela cultura não podem ter, ao mesmo tempo, um componente genético.

A "Genética da moral", assunto ericado de espinhos, recebe no capítulo 3 tratamento mais lúcido e simples que o que lhe foi dado pelo próprio Wilson em *Da natureza humana* (São Paulo, Ed. Quieroz, 1981). O capítulo 4, sobre "Seleção sexual", é também basicamente correto no plano das ilações e até divertido. Os dois capítulos seguintes — "Os cérebros de machos e fêmeas são diferentes?" e "O atoleiro do QI" — tratam das diferenças intelectuais entre homens e mulheres e entre grupos sociais e raciais. Em terreno tão escorregadio, revela-se melhor a posição política do autor: explicitamente de centro, mas com o rabo do olho voltado para a direita. A defesa emocional que desenvolve em favor de Arthur Jensen, em sua cruzada inglória pela tese das diferenças intelectuais entre raças, é decididamente tendenciosa.

"A vantagem de ficar velho e feio" é o provocante assunto do capítulo 7, ao qual se segue a indefectível discussão sobre "O mito do altruísmo". Para um aprofundamento deste último tema, feito com mais rigor, embora ainda em nível de divulgação, recomenda-se o livro *O gene egoísta*, de R. Dawkins (Belo Horizonte, Ed. Itatiaia, 1979).

O capítulo final, "Mudança", deixa transparecer certo antiliberalismo ao tratar de questões vastas e vagas como liberdade, agressão, racismo, feminismo, guerra, tipos de governo e política internacional. O próprio autor se apercebe disso, pois se justifica: "(...) não desejo apoiar nações racistas ou sexistas (...) e não desejo ser acusado de apoiá-las" (p. 233).

O leitor não é ingênuo: saberá desconter as exorbitâncias do autor e extrair do livro o prazer de pensar, com bom-senso e isenção, em questões intrinsecamente fascinantes.

Oswaldo Frota-Pessoa

Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo

A ciência hoje é exportar.

A Duratex sabe que só exporta quem
se importa com tecnologia.

E com a conquista da tecnologia,
a Duratex conquistou a
liderança mundial na exportação de
chapas duras de fibra de madeira.

DURATEX S.A.



A Duratex S.A. produz também as louças e metais sanitários Deca e Hydra, rações balanceadas, concentrados protéicos, farinha de trigo e semolina marca Anhangüera.



Da vida nervosa nas classes trabalhadoras urbanas, de Luiz Fernando D. Duarte. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed./CNPq, 1986, 290 p.

O livro, originalmente uma tese de doutorado em antropologia social no Museu Nacional/UFRJ, trata de vários problemas teóricos dessa disciplina a partir de um singelo ponto de apoio: a linguagem do “nervoso”. Em vários anos de trabalho de campo, entre pescadores de Jurujuba, favelados de Acari, “encostados” do INPS, ex-combatentes aposentados, o autor atentou para um campo semântico complexo, vazado em categorias comuns do nosso vocabulário, como maluquice, doença dos nervos, fígado opilado, fraqueza, perturbações, amofinações, ataque de nervos, sangue ruim, mau-olhado, fastio, zonzeira.

Analisar o que as classes trabalhadoras entendem por “nervoso” e, sobretudo, o quadro simbólico subjacente à expressão — foi esse o caminho adotado pelo autor. O “nervoso” é uma pista para a compreensão da cultura dessas classes, pois a categoria está profundamente imbricada na idéia de pessoa própria dessa cultura.

Como explicitar a diferença entre a cultura das classes trabalhadoras e a “nossa”, de uma elite, que não sofre de nervoso (salvo numa dimensão concebida como psicológica), e privilegia a subjetividade, fundada na idéia de indivíduo? Como entender esses que falam, com aparente ingenuidade, de encosto e fígado opilado, ou dizem ter “uma veia do coração atravessada sobre os rins”? Tomadas em geral como meros sinais de ignorância, essas relações podem se revelar plenas de sentido. Parte desse caminho já foi percorrido pela antropologia social moderna, notadamente através do estruturalismo. A visão etnocêntrica se esboroa diante de interpretações que revelam, na suposta ingenuidade dos “primi-

MAU-OLHADO, FASTIO E ZONZEIRA (HÁ NERVOS E NERVOS)

tivos”, uma lógica impecável. Mas a perspectiva estruturalista não foi suficiente para o outro nível de análise que Luiz Fernando Duarte propôs-se empreender.

De fato, a análise da constituição da pessoa entre as classes trabalhadoras urbanas é, para o autor, base para o enfrentamento de outra problemática: a relação entre o individualismo enquanto ideologia dominante na sociedade moderna e o holismo, perspectiva cultural dominante nas sociedades tribais e não-ocidentais em geral.

A posição individualismo/holismo, tomada da obra do antropólogo francês Louis Dumont, é o fio condutor das reflexões de Luiz Fernando Duarte. Falemos de alguns aspectos dessa oposição. Um deles, o mais conhecido, é o que distingue pessoa e indivíduo, na tradição inaugurada por Marcel Mauss. Em determinadas culturas, estaria ausente essa entidade tão nuclear na modernidade ocidental: o indivíduo, centro dos nossos mais claros valores. Em contrapartida, estaria presente a idéia de pessoa, referida a uma totalidade que a abrange e determina de forma relacional e hierárquica. Assim, além de sociedades predominantemente igualitárias, haveria outras, onde domina uma visão hierárquica que, transcendendo os indivíduos empíricos, subordina-os a uma totalidade.

Acompanhando Dumont, Luiz Fernando Duarte discute o individualismo como a base ideológica do Ocidente que, por seu caráter abrangente e avassalador, transforma-se num obstáculo ao avanço das ciências sociais. Filhas do individualismo, estas teriam, por isso mesmo, dificuldade de perceber a existência de princípios ordenadores do social diversos dos que lhes deram origem e espaço social de existência. Trata-se, pois, de conceber um princípio lógico ordenador do pensamento que, ao ser considerado, põe necessariamente em questão as próprias condições ideológicas dessas ciências. Essa é, para Dumont, a tensão própria do estudo antropológico, às voltas com sistemas hierárquicos e totalizantes, em busca de universais que são a base de sustentação do projeto científico do Ocidente.

A teoria da hierarquia deve, pois, assumir o papel de instrumento básico na produção do saber. Não se trata apenas de ser capaz de perceber a presença de sistemas culturais holistas, mas de se dar conta de

que é preciso incorporar — como aparelhagem conceitual indispensável — a lógica hierárquica.

O trabalho de Luiz Fernando Duarte busca relativizar uma lógica linear aristotélica, para ser capaz de apreender outras dimensões, invisíveis, das culturas. Numa reviravolta, a lógica “nativa” dá lições aos antropólogos — sem ela, a apreensão da realidade simbólica fica mais pobre e mesmo insuficiente, porque perde o fundamento, a base do simbolismo.

O desvendamento da cultura das classes trabalhadoras urbanas inscreve-se, assim, no âmbito de um projeto ousado e complexo: detectar, sistemática e cuidadosamente, os obstáculos que dominam nosso universo cultural e científico, e, ao mesmo tempo, analisar a teia de sentidos e valores que compõe a cultura dos trabalhadores. É como se o autor, enquanto etnógrafo, não se contentasse em retratar seu objeto, fazendo questão de nos mostrar seus contornos, ou negativos, se podemos comparar análises a fotografias. Em outras palavras, o texto é ordenado em pelo menos duas dimensões: numa, essa que equivale ao negativo do filme, analisa-se tudo o que se apresenta como obstáculo de difícil ultrapassagem à percepção do caráter holista da cultura investigada; na outra, revela-se o colorido próprio dessa cultura.

É a partir dos obstáculos que o autor traça, às avessas, o contorno do que nos quer apresentar. Se nossa ideologia é individualista, nada melhor que questionar a construção social desses supostos indivíduos. Se a individualidade é pensada no âmbito de uma lógica psicológica, é preciso debruçar-se sobre as manifestações do “nervoso” nas classes trabalhadoras, percebê-lo em suas relações. E, suprema ousadia, se as classes trabalhadoras são investidas da modernidade dos nossos mais caros projetos utópicos, a partir de um ideário político individualista, é para essa questão — que reconhece espinhosa — que o autor se volta. Afinal, essas classes se mostram “conservadoras” porque são marcadas por essa cultura hierárquica, e não com o compromisso com a modernidade que lhes é usualmente atribuído.

Patricia Birman

Instituto de Ciências Humanas,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro



NA ESTANTE

● *Ensaio de geografia agrária brasileira*, lançado pela editora Vozes, reúne sete artigos escritos nos últimos 20 anos pelo geógrafo Orlando Valverde, estudioso da relação entre aspectos sociais e espaciais da agricultura brasileira. “A fazenda de café escravocrata no Brasil” (1964) e “A velha imigração italiana na agricultura e na economia do Brasil” (1958) analisam a substituição do escravismo pelo regime do colonato na cafeicultura paulista. De 1954 data “O uso da terra no leste da Paraíba”, que estuda áreas de cultura da cana-de-açúcar e da agave. “Geografia econômica e social do babaçu no meio-norte” (1956) trata de um tipo específico de relação social de produção, qualificada de pré-capitalista. “Geografia da pecuária no Brasil” (1967) analisa a evolução da ocupação de regiões agrícolas pelo gado. Finalmente, “Gênese e

evolução do problema agrário brasileiro” (1976) e “Regionalização da reforma agrária” (1961) foram escritos para subsidiar a discussão, muito atual, sobre a especificidade regional dos processos de mudança nas relações de propriedade da terra no Brasil.

● Em dezembro de 1985 a Editora da Universidade Federal Fluminense lançou o primeiro número da *Revista do Rio de Janeiro*, publicação quadrimestral e multidisciplinar. Nove instituições estão envolvidas na iniciativa: Centro Cultural Solar Grandjean de Montigny, Departamento de História da PUC/RJ, Departamento de História da UFF, Fundação Casa de Rui Barbosa, Museu da República, Mestrado de História da UFRJ, Arquivo Geral da Cidade, Instituto Brasileiro de Administração Municipal e Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil/Fundação Getúlio Vargas. Além de artigos e informes, a revista publica um catálogo de teses sobre o estado. A sede da revista fica no próprio Departamento de

História da UFF (rua São Paulo 30, sala 314, Valonguinho, CEP 24210, Niterói).

● Também de periodicidade quadrimestral é a *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, cujo primeiro número foi lançado em junho último pela Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (ANPOCS, avenida Dr. Arnaldo 173, CEP 01255, São Paulo). Trata-se de publicação de âmbito nacional, que traz, neste número inaugural, artigos de Alain Touraine (“As possibilidades da democracia na América Latina”), Wanderley Guilherme dos Santos (“Transição em resumo: do passado recente ao futuro imediato”), Fábio Wanderley Reis (“Constituição, pacto e poder”), Renato Boschi (“A abertura e a nova classe média na política brasileira: 1977-1982”), Renato Ortiz (“A Escola de Frankfurt e a questão da cultura”), Mauro Barbosa de Almeida (“Redescobrimo a família rural”) e Eunice Ribeiro Durham (“A sociedade vista da periferia”), além de resenhas de livros de ciências sociais.

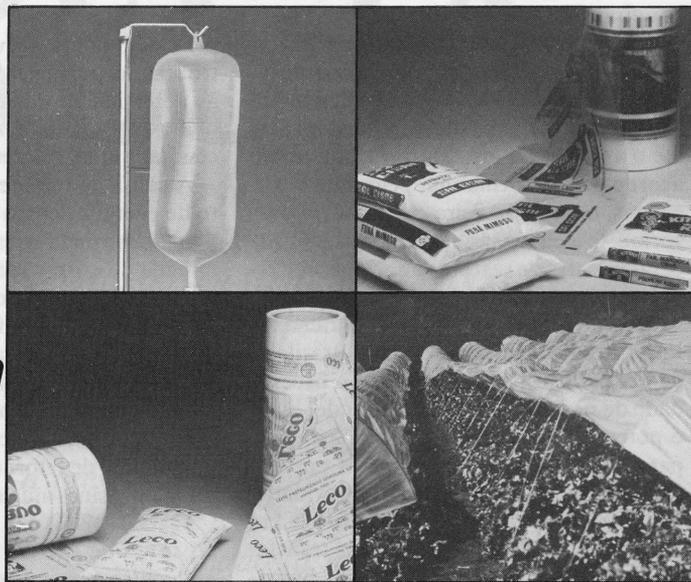
**A Poliolefinas
acredita que tudo
o que o homem cria ou
transforma merece
a melhor proteção.**

**Por isso ela se preocupa
em ajudá-lo a produzir,
conservar e a
viver melhor.**

Com Polietileno de baixa densidade, se faz embalagens para remédios, filmes para proteção de alimentos, sacolas para lojas, sacos de embalagens para leite etc.

Hoje ele faz parte integrante da vida da dona de casa, de hospitais, supermercados, lojas de departamentos.

A Poliolefinas, fabricante deste produto, sabe o quanto ele tem ajudado as pessoas a viverem melhor os dias de hoje. Por isso seu trabalho começa com o apoio ao homem do campo, fornecendo tecnologia para aplicação do plástico em vários setores da agricultura, criando alternativas mais econômicas de armazenagem,



irrigação e proteção de suas safras, garantindo a comercialização de seus produtos.

Este é um trabalho que se traduz em poupança que começa com o respeito ao trabalho da terra, e termina na proteção de seus frutos.

 **Poliolefinas**

Rua Alexandre Dumas, 2420 - Tel.: (011) 523-7355
Chácara Santo Antonio - CEP: 04717 - São Paulo - SP
Caixa Postal: 51583 - CEP: 01499 - End. Telegráfico: POLIFIN

O PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO: UM BALANÇO

Em julho de 1985, a SBPC, reunida em Assembléia Geral em Belo Horizonte, criou uma comissão para avaliar a situação atual do Programa Nuclear Brasileiro. Integrada por José Goldemberg (presidente), Sebastião Baeta Henriques, Amélia Hamburger, Aziz Ab'Saber, Fernando de Souza Barros e Luiz Pinguelli Rosa (relator), a comissão apresentou seu relatório final por ocasião da 38ª Reunião Anual da SBPC, recentemente realizada em Curitiba. O que se segue é um resumo de alguns tópicos do documento e de suas conclusões.

Breve histórico a partir da compra do reator de Angra I

Em fins dos anos 60, o governo militar decidiu a compra do primeiro reator de potência de urânio enriquecido, para gerar eletricidade. Encomendou-se então à Westinghouse, norte-americana, o reator de 620 megawatts (MW) de Angra I. A medida foi motivada pela preocupação com o avanço da Argentina, que já construía seu primeiro reator de potência, de urânio natural, adquirido da Siemens alemã.

Em 1975, em meio à crise energética, o governo brasileiro optou por construir oito reatores de 1.300 MW até 1990; a intenção era instalar cerca de 60 reatores no país até o ano 2000. Para tanto, firmou-se um acordo com a Alemanha, pelo qual a Nuclebrás, estatal brasileira criada *ad hoc*, associou-se a empresas alemãs para fabricar componentes de reatores e enriquecer e reprocessar combustível nuclear no Brasil.

As primeiras críticas a esse programa foram formuladas pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), que questionou a necessidade de programa de tal magnitude, dado o potencial hidrelétrico do país, e alertou para a necessidade de proteger a população contra os riscos da radioatividade. Uma comissão formada pela SBF já em 1975 concentrou-se na questão da transferência de tecnologia e de recursos humanos, julgada mal planejada e mal dimensionada. Considerou-se particularmente vulnerável a opção pelo processo de enriquecimento por jatos centrífugos, que, em 11 anos, não chegou a provar sua viabilidade industrial. Outras questões técnicas de relevo foram suscitadas. Desde então, acumularam-se os indícios de que os contratos decorrentes do acordo com a Alema-

nha de fato não favorecem o domínio brasileiro da tecnologia nuclear, nem a participação adequada da indústria nacional.

Vale lembrar ainda que a questão nuclear não se reduz à transferência e ao domínio da tecnologia. É preciso, antes, indagar para que se quer essa forma de energia.

O papel da energia nuclear nos contextos energético e sócio-econômico

Hoje estão claros os equívocos do governo ao justificar o Acordo Nuclear. Nosso potencial hidrelétrico foi subestimado: é de 213 milhões de quilowatts (kW), não de 100 milhões, como se afirmava em 1975. O crescimento da demanda de energia elétrica foi superestimado. A transmissão de energia elétrica a longas distâncias foi descartada, e, com ela, o aproveitamento do potencial hidrelétrico amazônico. Previse uma crise energética na região Sudeste, o que justificaria o recurso à energia nuclear, cujo custo de investimento era avaliado em US\$ 400/kW. Hoje, tendo subido a cerca de US\$ 3.500/kW, esse custo é três vezes maior que numa hidrelétrica típica. Segundo a previsão da própria Eletrobrás, o potencial hidrelétrico atenderá às necessidades de geração de energia até o ano 2010 ou 2015: não há, portanto, necessidade atual de energia nuclear no Brasil.

A causa da recente crise de fornecimento de energia elétrica nas regiões Sul e Sudeste, associada à estiagem, não está na minguada de nossos recursos hídricos — como querem os defensores do Programa Nuclear —, mas na insuficiência das linhas de transmissão e no atraso na construção de novas hidrelétricas. Isto, por sua vez, decorre da crise econômica e da distorção dos investimentos, concentrados em obras grandiosas, de retorno demorado, como as próprias usinas nucleares.

Os riscos da energia nuclear — os efeitos ambientais e o controle democrático — o impacto de Three Mile Island

Em 1977, a SBF publicou um relatório sobre a questão dos riscos e dos efeitos ambientais da energia nuclear. Alertava-se ali para o excessivo otimismo reinante nos meios técnicos brasileiros quanto à eficácia dos sistemas de segurança dos reatores e a tendência a subestimar a probabilidade da ocorrência de acidentes catastróficos.

Um deles era a explosão térmica (jamais nuclear) do reator, com rompimento do vaso de pressão e do prédio de contenção e a conseqüente liberação, no meio ambiente, de toneladas de produtos de fissão e de elementos pesados produzidos no reator, altamente radioativos. Alguns anos mais tarde, o acidente do reator de Three Mile Island, nos Estados Unidos, veio provar a procedência do alerta. Nesse caso, o sistema de refrigeração de emergência funcionou a contento, e a catástrofe foi evitada. Em decorrência desse acidente, foram introduzidas grandes transformações na interface operador-sistema, no sentido de sua maior informatização. Isto foi feito inclusive no reator da Angra I.

A discussão dos riscos associados ao uso da energia nuclear deve centrar-se nas suas peculiaridades. A radiação nuclear não é perceptível aos sentidos humanos, e muitos de seus efeitos, como o aumento da incidência do câncer e de defeitos genéticos, só se manifestam tardiamente. Tampouco pode ser esquecido o impacto ambiente do ciclo do combustível, em especial do armazenamento do lixo radioativo produzido nos reatores. No Brasil, ainda não se decidiu qual será o destino final desse lixo.

Permanece também não resolvida a questão da vinculação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) — órgão normativo e fiscalizador — ao Ministério das Minas e Energia, encarregado do fomento da energia nuclear e da construção dos reatores, ao qual se liga a Nuclebrás.

O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear (SIPRON), subordinado ao Conselho de Segurança Nacional, é uma herança do autoritarismo e deve ser reformulado. A aceitação da tecnologia nuclear deve ser objeto de um processo democrático, de que participem a comunidade, os governos municipais e estaduais e o Legislativo.

O impacto do acidente de Tchernobyl

Tão falso quanto afirmar que fatalmente ocorrerá em Angra acidente idêntico ao de Tchernobyl é afirmar a impossibilidade de acontecer, em Angra, acidente tão grave quanto o de Tchernobyl.

Sem dúvida o reator soviético acidentado é diferente dos de Angra dos Reis, que usam água leve, e não grafite, como moderador. Ademais, os reatores de Angra >

A Eletronorte, o Desenvolvimento e o Meio Ambiente

Nos países com economias e culturas mais destacadas no cenário internacional, o desenvolvimento vem sendo condicionado ao respeito às variáveis ambientais. A ELETRONORTE vem adotando, igualmente, os preceitos do desenvolvimento sócio-econômico, desde que ecologicamente equilibrado.

Em toda a sua área de atuação, de 4.994.000 km², com um potencial hidroenergético estimado em 100 milhões de kW, a ELETRONORTE objetiva fomentar o desenvolvimento, ao mesmo tempo em que destaca os cuidados para com o meio ambiente amazônico em qualquer de suas ações.

O esforço da empresa para melhor conhecer o meio ambiente dessa região, e as eventuais modificações que suas atividades nele possam provocar, é uma constante. Neste esforço estiveram, ou continuam associadas à ELETRONORTE, instituições de pesquisa como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA, o Museu Paraense Emílio Goeldi, o Centro Nacional de Primatas, o Instituto Evandro Chagas, a Universidade Federal do Pará, Divisão de Arqueologia da SECET/Governo do Estado de Rondônia, a Universidade Federal do Mato Grosso — UFMT, a Universidade de Brasília — UnB, a Fundação Universidade do Amazonas — FUA, o Centro Nacional de Recursos Genéticos — CENARGEM/EMBRAPA, o Centro de Pesquisas do Trópico Úmido — CPATU/EMBRAPA, a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública — SUCAM, o Instituto Butantã, a Universidade de São Paulo — USP, o Instituto Oswaldo Cruz e o Laboratório de Hidráulica de Delft, Holanda.



No momento, centenas de cientistas, pesquisadores e técnicos graduados estão envolvidos com os múltiplos trabalhos que a empresa conduz na área de meio ambiente.

Com certeza, o fator meio ambiente continuará condicionando nossas atividades, e a ELETRONORTE continuará investindo no ecodesenvolvimento. Para tanto, buscaremos sempre a integração com todos os que pesquisam a Amazônia.

Ministério das Minas e Energia

Eletronorte  Centrais Elétricas Brasileiras SA

 **Eletronorte**
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA

DESENVOLVIMENTO INTEGRADO
AO MEIO AMBIENTE

têm contenção, o que lhes confere inegável vantagem. Isto não significa, contudo, que os reatores instalados no Brasil não mereçam preocupação. Um acidente grave que pode acontecer em Angra é o de perda de refrigerante, com fusão do combustível, explosão (não nuclear), rompimento do vaso de pressão e fratura do prédio de contenção. Este último não é dimensionado para suportar o pior acidente imaginável, de derretimento do combustível, e, caso não resista, o material radioativo liberado pelo acidente contaminará o meio ambiente, como em Tchernobyl.

Risco zero não existe, e não só na energia nuclear. Mas, neste caso, os efeitos, insidiosos e remotos, prolongam-se por muitos anos e atingem gerações futuras. A opção por uma forma de energia não é matéria exclusivamente técnica — tem forte dimensão política. Por isso deve ser amplamente debatida, o que não ocorreu quando se estabeleceu o acordo com a Alemanha.

As aplicações militares e a possibilidade da bomba atômica

A aplicação militar da tecnologia nuclear já é uma realidade no Brasil: há o projeto declarado de construir um submarino nuclear no âmbito do chamado Programa Nuclear Paralelo, criado no governo Figueiredo. Ao contrário do Acordo Nuclear, controlado pela Agência Internacional de Energia Atômica, esse programa não está coberto pelas salvaguardas internacionais contra a proliferação das bombas atômicas. Se não transportar foguetes com ogivas nucleares, um submarino a propulsão nuclear não é considerado arma nuclear — esta é a base das negativas oficiais do uso militar da tecnologia nuclear.

O maior obstáculo para a fabricação da bomba é a matéria-prima: plutônio ou urânio muito enriquecido. É objetivo do Programa Paralelo desenvolver o enriquecimento do urânio pelo método da ultracentrifugação. O plutônio está armazenado no combustível utilizado em Angra I — a dificuldade é reprocessá-lo. A transferência dessa tecnologia, prevista pelo acordo, não se concretizou.

A Argentina, embora use reatores de potência a urânio natural, está desenvolvendo a tecnologia do enriquecimento por difusão gasosa; o país tem também um programa de construção de submarinos nucleares. É preocupante a possibilidade de que Brasil ou Argentina se empenhem na fabricação da bomba, cada país na suposição de que o outro se interessa por ela.

Principais conclusões do relatório

1. Desfazer o Acordo Nuclear com a Alemanha na sua forma atual.
2. Desfazer as empresas da Nuclebrás associadas às empresas alemãs e remanejar seu pessoal, diversificando as atividades da nova empresa.
3. Suspender a construção de Angra III, tendo em vista seu alto custo comparativamente ao de uma hidrelétrica equivalente, mesmo considerando o que já foi produzido em equipamentos.
4. Condicionar a operação de Angra I a uma revisão em profundidade das condições de segurança para a população, especialmente do plano de emergência para caso de acidente. O funcionamento dessa unidade deve ser subordinado à decisão democrática da comunidade, por mecanismos que devem ser estabelecidos.
5. Subordinar a continuidade da construção de Angra II à decisão democrática da comunidade, por mecanismos que devem ser estabelecidos.
6. Suspender o Programa Nuclear Paralelo no que concerne às aplicações militares. Buscar entendimento com a Argentina com vistas a um acordo bilateral em que ambos os países abdicuem da bomba atômica.

7. Democratizar o setor nuclear brasileiro, abrindo as decisões à participação da comunidade, dos municípios, do Legislativo — todos aliados hoje pelo centralismo herdado do regime autoritário e ainda inalterado institucionalmente.
8. O Brasil não necessita, no presente e no futuro próximo, da tecnologia nuclear para geração de energia elétrica. Cabe, portanto, estudar as condições futuras de modo a poder tomar decisões com a necessária antecipação, garantindo o suprimento de energia elétrica. Admite-se a via nuclear caso esta se prove economicamente necessária e socialmente aceitável.
9. O Brasil não deve se aventurar a produzir a bomba atômica, o que o faria arcar com o pesado ônus de tornar-se alvo potencial das mesmas. Tampouco deveria ter o submarino nuclear como meta tecnológica.
10. O Brasil deve desenvolver hoje, no campo nuclear, uma atividade qualitativamente importante: a produção de radioisótopos, utilizados na medicina, na indústria, na agropecuária e na hidrologia. Para tanto, são suficientes pequenos reatores nucleares, tecnicamente viáveis, cuja construção poderia ocupar parte dos técnicos e engenheiros da Nuclebrás.

Essa corrida sub-reptícia representa um perigo para a segurança de ambos os países, que assim se tornam alvos de bombas atômicas. Como, segundo as doutrinas estratégicas e políticas em vigor, estas são armas dissuasivas (a serem usadas somente se o inimigo as usar, ou ameaçar fazê-lo), a própria lógica militar recomendaria que os dois países abdicassem delas.

A declaração conjunta dos presidentes Sarney e Alfonsín sobre a questão das armas nucleares representou um passo positivo. Mas é preciso ir adiante, estabelecendo um pacto bilateral Brasil-Argentina, que envolva inspeção mútua.

Relatório da comissão oficial de avaliação do Programa Nuclear

Presidida por José Israel Vargas e formada por técnicos da área oficial e cientistas de diversos campos, a comissão nomeada pelo governo para reavaliar o Programa Nuclear apresentou recentemente seu relatório final. Este contempla aspectos reivindicados há anos por sociedades científicas, embora tenha se mostrado tímido em relação a alguns tópicos essenciais.

Entre os avanços, está a proposta de mudar a estrutura das subsidiárias da Nuclebrás, associada à KWU alemã. A mais importante, a Nuclen, passaria ao controle da Eletrobrás, o que seria um golpe na conti-

nuidade do acordo com a Alemanha.

Igualmente positiva é a proposta de criar uma comissão reguladora e fiscalizadora das instalações nucleares fora do âmbito do Ministério das Minas e Energia, ao qual se subordina a CNEN, que hoje responde por esses encargos. A comissão propõe ainda a criação de um conselho aberto à participação da comunidade.

É sugerido o estabelecimento de um acordo Brasil-Argentina, com inspeção mútua para controlar e evitar a produção da bomba atômica. Este item revela a clara preocupação com a possibilidade de uma corrida velada dos dois países para a bomba, embora ambos os governos neguem reiteradamente essa intenção.

Criticável, no relatório, é a recomendação de que se dê continuidade imediata à construção de Angra III e de que se conclua Angra II. Seria mais razoável propor apenas a conclusão da segunda unidade — o que demandará cinco anos e cerca de um bilhão de dólares —, subordinando a medida à decisão da comunidade, por mecanismos democráticos que devem ser estabelecidos. Angra III, embora com peças alemãs já fabricadas, está em fase muito inicial. O relatório prevê ainda a instalação de um quarto reator, a ser iniciada em 1989, no âmbito do acordo com os alemães, o que também é criticável.

Secretaria da Indústria e Comércio. Na vanguarda da tecnologia para antecipar o progresso.

Avanços tecnológicos, conquistados pela aplicação de cientistas nos laboratórios dos órgãos de pesquisa do Estado, representam importante passo para o progresso do Paraná. Sob a coordenação da Secretaria da Indústria e Comércio, novas tecnologias são rapidamente incorporadas pela iniciativa privada, elevando a qualidade dos produtos aos padrões internacionais. Este processo se dá em várias frentes, abrangendo vasto campo de especialização. O Instituto de Tecnologia do Paraná-Tecpar abriu suas portas ao setor produtivo, colocando à disposição dos técnicos das empresas equipamentos de última geração e tecnologia avançada para que eles desenvolvam seus projetos e realizem pesquisas.

As alternativas geradas por este processo permitem atender às

necessidades tecnológicas específicas de cada empresa, com absoluto sigilo e confiança. O permanente controle da qualidade exercido pelo Tecpar tem contribuído para o aperfeiçoamento dos produtos paranaenses, já respeitados mundo afora.

Da mesma forma, o Instituto de Tecnologia de Alimentos de Londrina e a Área de Tecnologia Industrial do Tecpar, implantada através de convênio com o governo japonês, são centros irradiadores de tecnologia. Desenvolvem pesquisas para criar novas e viáveis soluções tecnológicas, aprimorando a qualidade da produção. Todo esse acervo de facilidades precisa ser aplicado. Se você é empresário, utilize-o entrando

em contato com o Instituto de Tecnologia do Paraná-Tecpar.



GOVERNO

João Elisio

Secretaria da Indústria e Comércio

PREPARANDO O PARANÁ DO FUTURO.

QUE PROPÕE A COMUNIDADE CIENTÍFICA?

A preocupação dos cientistas com problemas concretos e prementes do país (nos mais diversos âmbitos) e, por outro lado, com a obtenção ou preservação de condições mínimas que lhes permitam seguir trabalhando na busca de solução para esses mesmos problemas — esta poderia ser a súplica das moções aprovadas na Assembléia Geral da SBPC, no dia 15 de julho, em Curitiba.

Sem nos prendermos à letra das propostas ou mencioná-las todas, apresentamos um mosaico, que busca refletir tanto a diversidade quanto a recorrência dos temas dessas moções que, tendo sido aprovadas, serão encaminhadas pela SBPC às autoridades ou órgãos competentes.



GRANDE CARAJÁS

As conseqüências sócio-ambientais da implantação acelerada do programa Grande Carajás tornam urgente seu redimensionamento, a partir da óptica do desenvolvimento regional e social. Requer-se, portanto, amplo debate de caráter nacional, de que participem os setores representativos das populações locais, a comunidade científica e o Congresso Nacional.

DIREITOS HUMANOS

Condenamos a sistemática violação dos direitos humanos no Chile desde 11 de setembro de 1973, que fere os mais elementares princípios das sociedades humanas, atentando contra a vida, a liberdade de expressão e de organização política.

IRRIGAÇÃO

Sendo a irrigação uma questão importante e de interesse das regiões mais carentes, sugerimos que seja amplamente discutida pelos diversos segmentos interessados dessas sociedades regionais.

AGROTÓXICOS

Pela revogação da Portaria 19 (24/04/1986) do Ministério da Agricultura. Anulando arbitrariamente normas e procedimentos necessários à renovação do registro de fórmulas de agrotóxicos, a portaria é lesiva à saúde pública e ao meio ambiente.

Pela revogação da Portaria 191 (6/05/1986) e 268 (11/06/1986) do Ministério da Agricultura. A primeira libera a comercialização de estoques de produtos veterinários à base de organoclorados; a segunda permite a comercialização de hormônios naturais ou artificiais à base de agentes anabolizantes. Que sejam proibidos a fabricação e o uso desses produtos, inclusive dos estoques existentes, e que se mantenha o texto original do anteprojeto de lei federal sobre os agrotóxicos elaborado em dezembro de 1985.

SAÚDE

Recomendamos às autoridades competentes a adoção das resoluções aprovadas na VIII Conferência Nacional de Saúde como norteadoras de ampla reforma sanitária no país: saúde como direito de todos e dever do Estado; reorganização do sistema nacional de saúde, rumo à unificação e à descentralização; controle social sobre as práticas de saúde; ampliação das fontes de financiamento para o setor público de saúde; novo relacionamento entre os setores público e privado, que garanta efetivo controle do Estado sobre a prestação de serviços de saúde.

ÍNDIOS

Alertamos para a gravidade da situação dos povos indígenas que habitam a região do vale do Javari, ameaçados em sua integridade física e cultural face à invasão de seus territórios.



ENERGIA NUCLEAR

Pela aprovação das conclusões do relatório apresentado pela Comissão sobre a Questão Nuclear, da Sociedade Brasileira de Física e da SBPC (ver "O programa nuclear brasileiro: um balanço", nesta edição).

Que seja incluído na Constituição Brasileira, pelo Congresso Constituinte, dispositivo que proíba a fabricação, o armazenamento e o transporte de armas nucleares em território brasileiro.

Recomendamos às instituições de pesquisa não cooperar com órgãos como, por exemplo, o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), o Instituto de Pesquisas em Energia Nuclear (IPEN) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em projetos que possam visar à utilização de energia nuclear para fins militares.

Solicitamos ao presidente da República a criação do Conselho Nacional de Radioproteção e Segurança Nuclear. O presidente desse conselho, indicado pelo presidente da República, deve ter seu nome aprovado pelo Senado; o conselho deliberativo deve ser constituído, paritariamente, por representantes do governo e de outros setores da sociedade civil. O conselho não deve estar subordinado à Casa Militar ou ao Conselho de Segurança Nacional, o que lhe retiraria a necessária transparência.

Recomendamos o estabelecimento, entre Brasil e Argentina, de um sistema de inspeção mútua de todas as instalações nucleares, o que garantiria o cumprimento dos compromissos expressados pelos presidentes José Sarney e Raúl Alfonsín em declaração conjunta (30/11/1985). ▷

ASCOVAL INDÚSTRIA
E COMÉRCIO LTDA.

CBC INDÚSTRIAS
PESADAS S.A.

CIA. BRASILEIRA DE
PRODUTOS QUÍMICOS
BONONIA

COMSIP
ENGENHARIA S.A.

CONFAB
INDUSTRIAL S.A.

CONSTRUTORA
NORBERTO ODEBRECHT S.A.

CORNER S.A.
PERFURAÇÃO DE POÇOS

IRMÃOS GEREMIA S.A.

ISHIKAWAGIMA DO
BRASIL ESTALEIROS S.A.

JARAGUÁ S.A.
INDÚSTRIAS MECÂNICAS

MICROLAB S.A.

TSE - TÉCNICA E SERVIÇOS
DE ENGENHARIA S.A.

WEG MOTORES S.A.

TREZE

EMPRESAS, UM MESMO PRODUTO: QUALIDADE.

Essas empresas foram selecionadas para a etapa final do Prêmio Petrobrás de Controle de Qualidade. Com toda justiça.

Este prêmio é um estímulo da Petrobrás à qualidade do que se faz, do que se cria, do que se produz, do que se pensa, do que se compra, do que se vende. É um reconhecimento à busca permanente do melhor.

Pesquisar, produzir, superar, desenvolver.

O produto dessas ações, se ainda não é a perfeição, é meio caminho andado.

Esse caminho tem um nome: qualidade.

**PRÊMIO
PETROBRÁS DE
CONTROLE
DE QUALIDADE
1986**



PETROBRÁS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

MEIO AMBIENTE

Propomos a reformulação da política nacional do meio ambiente como prioridade da Nova República, bem como a alocação de recursos que permitam reverter o atual quadro de degradação do ambiente no país.

Que o governo federal assuma suas responsabilidades na proteção do patrimônio genético da nação brasileira. Que o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal e a Secretaria Especial do Meio Ambiente empreendam a efetiva implantação dos parques nacionais e das estações ecológicas já criados ou a serem criados.

Denunciamos a construção de estradas sem a consideração dos danos que causam ao meio ambiente, em desrespeito à legislação em vigor. Exigimos que essas obras sejam precedidas de relatório de impacto ambiental (Resolução 001/86 do Conama). Denunciamos o planejamento e a construção de estradas de grande circulação em parques nacionais, ferindo o Código Florestal e as legislações estaduais pertinentes. Pedimos o fechamento da estrada do Colono (Medianeira-Capanema), que atravessa o Parque Nacional do Iguaçu.

Pedimos a imediata implantação do programa de gerenciamento costeiro, com a fiscalização efetiva dos ecossistemas da costa brasileira e especial atenção aos espaços insulares.

Que a serra do Mar seja tombada pelo Ministério da Cultura em sua totalidade, nos estados de Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Que se solicite à UNESCO seu reconhecimento como patrimônio da humanidade.

Solicitamos ao Poder Judiciário a criação, nas comarcas onde ainda não foram implantadas, de procuradorias do meio ambiente, que se têm mostrado um meio eficaz à disposição da população para a denúncia de danos causados ao meio ambiente.

Reforçamos, junto ao Senado Federal, a importância da aprovação do Projeto de Lei 124/85, referente à proibição da caça às baleias em águas territoriais brasileiras.

Que sejam incentivados, nas áreas de garimpo que utilizam esse elemento, estudos sobre os danos do mercúrio sobre o meio



ambiente e a saúde humana. Que se pesquise processos alternativos ou medidas efetivas de proteção ao ambiente e ao homem. Que a entrada de mercúrio no país seja rigorosamente regulamentada e fiscalizada, bem como sua venda e seu uso.

Solicitamos a imediata implantação e proteção do Parque da Lagoa do Peri, dada a situação precária em que se encontra a área a ele destinada e sua importância para a população de Florianópolis.

Propomos que sejam alocados os recursos necessários à recuperação do rio Parnaíba, de fundamental importância para grande parte da população do Piauí e do Maranhão, e hoje em condições precárias.

UNIVERSIDADE E PESQUISA

Solicitamos ao presidente da República imediata suplementação de verbas para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e previsão adequada de verbas para 1987. Que a pesquisa científica ocupe de fato a posição de prioridade declarada pelo presidente da República.

Manifestamos contra a redução da jornada de trabalho do pessoal técnico-administrativo das universidades federais. Apelamos veementemente às autoridades para que a reforma administrativa anunciada pelo governo resulte em melhoria efetiva da remuneração desse pessoal, por meio de um plano de carreira.

Apoiamos a luta dos docentes pela equiparação salarial entre as instituições federais de ensino superior (autarquias e fundações) e por uma política de verbas que possibilite o funcionamento da universidade em sua plenitude pública, crítica, criativa, reflexiva, autônoma e independente.

Que os órgãos de desenvolvimento regional (Sudene, Sudam, Sufarma) destinem 10% de suas verbas a programas de pesquisa, bolsas, atração e fixação de professores-pesquisadores.

Pedimos maior apoio ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), de modo a que possa recobrar, pelo menos, o nível de verbas de que dispunha em 1978.

Apoiamos a Associação dos Pesquisadores Científicos do Estado de São Paulo, que reivindica do governo do estado medidas que solucionem os problemas crônicos que afetam os institutos de pesquisa de São Paulo.

Reivindicamos a criação de uma fundação de pesquisa científica no Paraná, garantindo-se a participação democrática da comunidade científica em sua direção. A fundação seria inteiramente mantida com recursos provenientes de dotação orçamentária do governo estadual, equivalendo a um percentual fixo do total de impostos arrecadados.

Que se institua o Dia Nacional da Ciência: nele, os laboratórios dos institutos de pesquisa e das universidades seriam abertos ao público e se realizariam palestras e atividades de divulgação científica.

CARTÓRIOS

Propomos a estatização dos cartórios de registro civil em todo o país. Que seja garantida, na nova Constituição, a gratuidade de tais serviços, como dever do Estado para com seus cidadãos.



PAZ

Recomendamos à SBPC participar, através de suas secretarias regionais, da Semana Internacional da Paz, que está sendo organizada por cientistas de vários países. Que a SBPC realize, naquela semana (10 a 16 de novembro), atividades conjuntas com organizações de cientistas argentinos sobre a questão da corrida armamentista.



— Não sei aonde vamos parar com essa violência na TV...

A NECESSÁRIA DIVERSIDADE DA VIDA

Protestos contra a destruição da natureza têm sido freqüentes em diferentes pontos do Brasil e do mundo. Movimentos conservacionistas são hoje tão comuns que partidos políticos das mais diversas ideologias defendem em seus programas maior atenção às questões ditas ambientalistas, naturalistas ou conservacionistas. Saberão de fato esses movimentos ou partidos o que é conservacionismo? A nosso ver, a questão do porquê conservar a natureza e de como fazê-lo não é muito clara para a maioria das pessoas.

É isso por dois motivos principais: antes de mais nada, a importância e o significado de cada espécie ou elemento natural — independentemente de serem úteis ou danosos — não é intuitiva, exigindo familiaridade com a biologia; em segundo lugar, nos países de colonização recente, o homem tem com os elementos naturais de seu novo ambiente uma relação mais frouxa que nas regiões onde mantém uma longa relação com a natureza. Assim, por exemplo, nos países tropicais, onde há mais diversidade de frutos, tubérculos e outros vegetais, o consumo de produtos das regiões temperadas européias é muito maior que o de plantas da flora tropical pelos europeus. Nosso desligamento da natureza que nos cerca começa desde cedo, quando brincamos com ursinhos (feroz animal das regiões temperadas) de pelúcia e não com oncinhas, tamanduazinhos ou preguicinhas tropicais.

Podemos distinguir pelo menos três grandes áreas no conservacionismo: a conservação dos seres vivos (independentemente de sua utilidade para o homem), a conservação dos ambientes humanos (aqueles que permitem a convivência harmoniosa entre o homem e os elementos naturais) e a conservação dos ambientes naturais (inclusive as formações geológicas, as reservas hídricas naturais e as formações vegetais).

A questão que nos interessa aqui é a conservação das espécies, ou o conservacionismo genético. Assim como a conservação de monumentos históricos e objetos de arte, o conservacionismo genético constitui hoje uma parte da ciência, com metodologias de pesquisa específicas e objetivos claros.

A idéia de conservar a natureza está freqüentemente associada à de salvar espécies em vias de extinção, como o pau-brasil (hoje recuperado), o pau-de-jangada, a capi-

vara, o mico-leão ou as baleias (ver “Caviparas: uma vida em família”, em *Ciência Hoje* n° 23, e “A sobrevivência das baleias”, em *Ciência Hoje* n° 20, p. 90). A ameaça que paira sobre essas espécies desperta uma reação emocional, porque elas são úteis, ornamentais ou impressionam de alguma maneira por sua forma singular. Aparentemente, não haveria sentido em preservar as baratas d’água ou as bactérias que vivem nos lodaçais.

Para os biólogos, entretanto, toda espécie, independentemente de sua utilidade ou aparência, representa um conjunto único de genes co-adaptados. Para os evolucionistas, cada uma é fonte de informações exclusivas e de extremo valor para o conhecimento dos meandros do processo evolutivo. Para os melhoristas, representam todas um estoque de genes passíveis de serem transferidos, quando necessário, para espécies cultivadas. Cada espécie, portanto, é uma preciosidade que precisa ser conservada indefinidamente. Assim como as reservas petrolíferas, as reservas gênicas são produto de um processo de milhões de anos, e sua perda é irreversível.

Podemos discernir no conservacionismo genético duas linhas principais: uma busca a preservação da variabilidade genética de espécies de interesse comercial; a outra se preocupa com a manutenção do estoque genético de espécies não exploradas comercialmente. À primeira vista, as espécies cultivadas parecem estar superprotegidas da extinção. Entretanto, sua variabilidade genética natural também sofre um processo de extinção (do mesmo modo que a de espécies aparentadas, que pode, se necessário,

ser incorporada ao patrimônio genético das espécies cultivadas).

Embora os processos de evolução, extinção e conservação sejam essencialmente os mesmos em plantas e animais, tomaremos por referência os vegetais, onde o número de espécies cultivadas é maior e essas questões são de mais fácil compreensão.

As espécies de interesse econômico têm em comum com aquelas não exploradas o fato de que foram, num passado não muito remoto, espécies silvestres, geralmente com populações numerosas, dotadas de imensa variabilidade genética e grande sucesso adaptativo. Com o processo de seleção artificial, essas espécies sofreram modificações drásticas em suas freqüências gênicas. É impressionante, aliás, que essas espécies, como o milho e o feijão — ou mesmo, entre os animais, o porco, o boi e muitas outras espécies domésticas —, mantinham ainda hoje considerável variabilidade genética.

As primeiras plantações, feitas nos locais onde as espécies silvestres ocorriam naturalmente, envolveram a eliminação, pelo homem, de parte dos tipos não eleitos, em prol do desenvolvimento extensivo da fração da população que apresentava as características que ele desejava. Com isso, genes que talvez se tivessem perdido no processo de seleção natural foram mantidos nos tipos cultivados, ao passo que outros, que tenderiam a se manter em razão de seu maior valor adaptativo, foram perdidos em consequência da redução da área de distribuição das populações silvestres. No final, tanto as populações cultivadas como as silvestres mantiveram, por caminhos diferentes, grande variabilidade genética.

Tamanduá-bandeira



foto Luiz Claudio Marigo



Estação ecológica de Ajubá (CE)

Com o desenvolvimento de linhagens altamente selecionadas, o estoque gênico das espécies cultivadas foi sendo cada vez mais reduzido em decorrência da seleção intensa dos tipos agronomicamente ideais. Ao mesmo tempo, a expansão tanto das áreas cultivadas como das ocupadas pelo homem de maneira geral acarretou a eliminação de grande parte dos parentes próximos dessas espécies e de outras, não aparentadas mas ecologicamente relacionadas.

Contudo, como a seleção artificial foi realizada por diferentes comunidades humanas, em diferentes ambientes, genes não valorizados pelos melhoristas foram preservados ao acaso, em diferentes variedades. Por outro lado, diversos programas de melhoramento bem-sucedidos conduziram à seleção de caracteres agrônômicos igualmente favoráveis, mas geneticamente diversificados. Disso resultou um estoque de caracteres selecionados e não selecionados que explica a variabilidade gênica encontrada em espécies expostas à seleção durante séculos.

Por essa razão, a introdução do milho ou do feijão altamente selecionados como substitutos das variedades comumente utilizadas — muitas vezes desenvolvidas pelos pequenos agricultores —, acarreta, a médio ou longo prazo, perda, e não ganho de qualidade para nossas espécies. A solução racional seria preservar uma amostra representativa das variedades que estão sendo substituídas. Formar-se-ia assim um banco de genes de valor inestimável para os futuros programas de melhoramento. Felizmente, algumas iniciativas conservacionistas têm promovido a estocagem de grande quantidade de genomas (conjuntos

de genes) cultivados e silvestres. Mas casos como o do arroz, com cerca de 74 mil variedades preservadas, constituem ainda exceção notável.

O mesmo raciocínio que aplicamos à questão das espécies cultivadas em si mesmas pode ser estendido às espécies aparentadas e às de interesse comercial. Elas poderão ser incluídas num programa de transferência de genes por cruzamentos específicos, constituindo uma fonte adicional de variabilidade genética para seus parentes cultivados. No caso do maracujá, por exemplo, ao lado de algumas espécies cultivadas, existem centenas de espécies silvestres, muitas delas utilizadas pelas populações locais como complemento da alimentação. Algumas são encontradas em ambientes extremamente diversificados e apresentam grande resistência ao ataque de predadores e à diversidade de clima e solo. Inúmeros autores têm salientado a imensa variabilidade e delicadeza de sabores e aromas de várias dessas espécies silvestres.

É importante chamar a atenção para o fato de que o centro de origem de uma espécie é freqüentemente a área onde ela apresenta maior diversificação. Daí a importância de preservar a nossa flora como fonte de variabilidade genética de nossas espécies. Além da criação de manutenção das reservas ecológicas, há ainda o método da conservação de sementes a baixas temperaturas, cuja eficiência e baixo preço tornam injustificável a desconsideração que vem recebendo dos governos ditos pobres, sem recursos para projetos não rentáveis a curto prazo.

Com o advento da moderna biotecnologia, cresce a importância da manutenção



Fruto do guaraná

desses patrimônios genéticos. Em primeiro lugar, a construção integral de um gene funcional ainda é um sonho longínquo. Em segundo lugar, a indução de mutações por processos físicos ou químicos, além de ser um processo demorado e dispendioso, tem sua eficiência restrita pelo fato de que a maioria dos genes agronomicamente desejados funciona dentro de sistemas de complexos gênicos co-adaptados. Entretanto, genes ou complexos gênicos podem ser transferidos pela técnica de substituição de cromossomos ou fragmentos cromossômicos entre espécies cultivadas e silvestres (ver "O trigo nosso de cada dia", em *Ciência Hoje* n° 17), utilizada com sucesso pelos melhoristas há mais de 20 anos. Com a introdução de técnicas recentes — como a cultura de tecidos, a fusão de protoplastos ou a cultura de embriões haplóides —, a transferência de genes entre espécies pode ser extremamente ampliada, desde que se disponha das reservas genéticas.

A questão da conservação dos recursos naturais mereceria sem dúvida ser mais discutida, inclusive em seus aspectos éticos. Reduzir a variabilidade biológica existente pode significar privar as gerações futuras de benefícios (contemplativos, estéticos, farmacêuticos, alimentares ou outros) ainda insuspeitados. Sobre tudo, diminuir a diversidade biológica é diminuir a vida no planeta. Neste sentido, o conservacionismo é muito menos uma proposta utilitária e muito mais uma concepção existencial de um universo que deve ser mantido intocável para ser duradouro.

Marcelo dos Santos Guerra

Departamento de Biologia,
Universidade Federal de Pernambuco

GRANDES OBRAS AMEAÇAM AMAZÔNIA

O impacto sobre o ambiente dos grandes projetos implantados na região — foi este o tema dominante no V Encontro de Pesquisadores da Amazônia, realizado em Manaus entre 25 e 27 de julho. Promovido pelo Protocolo de Integração das Universidades da Amazônia Legal, o encontro contou com a participação das universidades brasileiras que compõem o protocolo (do Pará, do Acre, de Rondônia, do Maranhão e de Mato Grosso), das universidades do Pacto Amazônico (Colômbia e Peru), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), do Museu Emilio Goeldi e de representantes dos ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia.

A finalidade desses encontros é avaliar a produção científica da região, dar a conhecer o que já foi feito e o que está sendo feito; debater temas relevantes para o avanço da pesquisa e fixar uma política científica integrada para a Amazônia. No V Encontro, que reuniu mais de 400 pesquisadores, foram apresentados 252 trabalhos.

Do conjunto dos trabalhos e discussões, ressaltou que todos os grandes projetos instalados na Amazônia — hidrelétricas, em-

presas de extração de minério, empreendimentos colonizadores, entre outros — provocaram a destruição social, cultural e econômica das populações nativas, indígenas ou não, das áreas em que se localizam. Criticou-se, sobretudo, que tais projetos não tivessem sido amplamente discutidos antes de implementados. Em consequência, a crítica é sempre *a posteriori*, quando a obra já está em fase final e é irreversível. Entre outros, os ecologistas só são chamados a opinar quando os danos ao meio ambiente se tornaram incontroláveis. Pior: os benefícios gerados pelos grandes projetos são canalizados para o Sul do país, ficando os habitantes da região obrigados a viver num meio ambiente degradado.

O reitor da Universidade do Amazonas, Roberto Vieira, chamou a atenção para o fato de que o Brasil tem vasta legislação sobre o assunto, mas carece do aparato institucional capaz de garantir as ações de preservação. A seu ver, nenhum projeto deveria ser financiado sem ser previamente analisado e apresentado à comunidade, de cuja concordância deveria depender sua implantação.

Vários casos de destruição do meio ambiente foram expostos. Um deles foi o da Mineração Rio do Norte, que extrai e beneficia bauxita em área próxima ao rio Trombetas. Embora envolva tecnologia sofisticada, o projeto não dá nenhum tratamento aos seus dejetos, lançando-os diretamente, à razão de dois milhões de litros por hora, nos igarapés e lagos das proximidades. O igarapé Caraná, onde de início a mineradora jogava seus dejetos, está simplesmente morto, cheio de lama, sem fauna ou flora. Em vista disto, a empresa resolveu estender seu esgoto até o lago Batata, onde agora se reproduz o ecocídio.

Os efeitos deletérios da implantação da Albrás-Alunorte foram também evocados. Os habitantes da região, dedicados à agropecuária, foram obrigados a se mudar ou a trabalhar nas obras de instalação do projeto como assalariados, num processo que gerou a desarticulação social de milhares de pessoas. Lembrou-se ainda que a instalação da hidrelétrica de Tucuruí custou o deslocamento de 150 mil habitantes das margens do rio. Eram agricultores, com tradição cultural no lugar, que foram transferidos para beiras de estrada, sem sequer uma indenização condizente.

As hidrelétricas já construídas e em construção na Amazônia mereceram críticas severas, a despeito da presença de assessores da Eletronorte. O pivô da discussão foi a hidrelétrica de Balbina, próxima a Manaus, que tem 75% das suas obras civis já concluídas. A usina está sendo combatida não só pelo mal que causará aos habitantes da região (380 índios Waimiri-Atroari) como pelo efeito que terá sobre o meio: 2.360 km² serão alagados, matando flora e fauna, para gerar a energia correspondente a 60% do consumo atual de Manaus.

Quanto aos recursos para a atividade científica, o diretor do INPA, Herbert Schubart, mostrou-se esperançoso com relação à promessa do presidente José Sarney de aumentar para 2% do PIB os investimentos em pesquisa, que hoje andam por volta de 0,5%. Warwick Kerr, da Universidade do Maranhão, reforçou a urgência de se aumentar o número de professores e alunos na região, estagnado há dez anos. Reivindicou também a implantação de mais cursos de pós-graduação na Amazônia, para que a comunidade científica se torne menos dependente, em termos de aperfeiçoamento do conhecimento, do Sul do país.



foto Luiz Claudio Marigo

Mata amazônica às margens de um igarapé no rio Negro (AM).

Núcleo de Difusão Tecnológica
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

O Ministério da Administração apresenta a sua máquina burocrática.



Agora basta ligar (061) 1515* para saber tudo sobre o andamento do seu processo no Ministério.

O Ministério da Administração acaba de implantar o SENAPRO - Serviço Nacional de Protocolo. Um complexo de telefones e terminais de computador montado para informar a você, em segundos, todos os dados sobre o seu processo neste Ministério e no Ministério da Fazenda.

Assim acaba-se com os intermediários e agiliza-se profundamente todo o andamento dos processos. A implantação do SENAPRO veio reduzir a um simples telefonema toda aquela máquina burocrática que emperrava a vida dos cidadãos brasileiros.



PROGRAMA NACIONAL DE
desburocratização

**MINISTÉRIO DA
ADMINISTRAÇÃO**
Governo José Sarney

*O código (061) só deve ser discado por quem estiver fora de Brasília.

UM OÁSIS NO SERTÃO

Uma velha reclamação dos naturalistas brasileiros finalmente encontrou eco. Em setembro de 1985, o presidente José Sarney, através de decreto-lei, deu base legal para o estabelecimento de um parque nacional nos altos da chapada Diamantina. Localizado no centro geográfico da Bahia, o Parque Nacional da Chapada Diamantina vai permitir preservar não só um conjunto de montanhas de rara beleza natural e grande interesse científico, mas também uma área ligada ao ciclo do diamante, com rica história cultural.

O novo parque abrange 1.520 km² de montanhas, vales e altiplanos de gerais (campos limpos de cerrado) da chamada serra do Sincorá, na chapada Diamantina: uma extensão da serra do Espinhaço, em seu prolongamento setentrional pelo estado da Bahia. Em meados do século passado, a descoberta de diamantes nessa região provocou grande afluência de garimpeiros e aventureiros de toda parte do Brasil. Os diamantes eram muitos, de boa qualidade e bom tamanho, e as barracas dos garimpeiros viraram vilas, e as vilas se tornaram cidades, como Lençóis, Mucujê, Andaraí e Igatu, ativos centros de comércio no ermo baiano. Desde o início do século, porém, a exploração desenfreada das jazidas, o descobrimento de diamantes na África do Sul e as conturbações políticas geradas pelas lutas entre os "coronéis" mergulharam as lavras diamantinas num ciclo de pobreza e estagnação.

Essa estagnação serviu, no entanto, para preservar, quase intactos, belos conjuntos arquitetônicos em Lençóis e Mucujê, hoje tombados pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN). Agora, essas duas cidades constituirão os portões do Parque Nacional da Chapada Diamantina, num vínculo histórico/natural inédito no Brasil.

A chapada Diamantina apresenta-se, em geral, como um altiplano extenso, com altitude média entre 800 e mil metros acima do nível do mar. As forças geológicas que soergueram o conjunto das velhas estruturas dobradas e aplainadas da região, contudo, estimularam o entalhamento fluvial e colaboraram com a ação dos processos morfoclimáticos regionais. Um trabalho conjunto que redundou na formação de um relevo de tipo apalaciano, com cristas paralelas cruzadas por uma treliça

de vales profundos, presença de altos-relevos residuais acima do nível geral do platô (que constituem os picos mais elevados da Bahia), configurando uma das paisagens naturais mais bonitas do país.

Em sua maior parte, as rochas da chapada Diamantina são quartzitos e conglomerados pré-cambrianos parcialmente metamorfoseados (formação Tombador). Existem, porém, exposições expressivas de pedras basálticas ainda mais antigas (como as encontradas na região de Livramento de Nossa Senhora e no pico das Almas), extensas áreas de rochas calcárias mais recentes (formação Bambuí) e trechos de rochas sedimentares relativamente recentes (como a formação Seabra).

A serra do Sincorá, onde será implantado o novo parque nacional, fica na encosta leste da chapada Diamantina. Destaca-se como área de relevo montanhoso, com picos de até 1.700 metros e vales íngremes profundos, como *canyons*. Ali, como na chapada Diamantina em geral, extensas falhas longitudinais dão à serra um alinhamento aproximadamente norte-sul, embora ela seja cortada por numerosas falhas e fraturas menores transversais (leste-oeste), especialmente na parte oriental. O lado ocidental apresenta escarpas quase contínuas, também no sentido norte-sul, ocasionalmente interrompidas por grandes fraturas, de que se aproveitaram os rios, como o Paraguaçu, para atravessar a serra, ou os engenheiros para construir estradas, como a BR-242, que liga Salvador a Barreiras e a Brasília.

Na área do parque, as rochas da serra do Sincorá pertencem quase exclusivamente à formação Tombador, embora sejam freqüentes as intrusões de rochas basálticas em rachaduras e falhas distribuídas por toda a sua extensão. As rochas sedimentárias da formação Tombador são quartzíticas e conglomeradas, tendo ambos os tipos mais de um bilhão e duzentos mil anos de idade. Os quartzitos com-

põem-se apenas de areias silicosas transformadas em rocha pela pressão e o calor; os conglomerados são formados por seixos arredondados de composição bastante diversa, cimentados com areia.

Os diamantes achados na região tiveram origem no interior de vulcões muito antigos. Com o tempo, os vulcões foram completamente obliterados pela erosão, e os diamantes, liberados de sua matriz de formação, foram carregados pelos rios torrenciais. Misturados com seixos comuns no fundo de um mar raso, foram de novo aprisionados quando essa conglomeração virou rocha. Milhões de anos depois, durante a formação da chapada Diamantina, essa rocha conglomerada foi erguida das profundezas e os diamantes aí presos começaram a ser mais uma vez liberados por processos de erosão. Livres da rocha que os aprisionava, os diamantes se misturaram com o cascalho nas serras e nos leitos dos rios. Alvo, desde 1840, da busca frenética dos garimpeiros, hoje o diamante só é encontrado em depósitos aluviais. Quando essas reservas se esgotarem, deixará de ser acessível: não é viável garimpar a pedra conglomerada.

Vista do topo do morro de Pai Inácio.

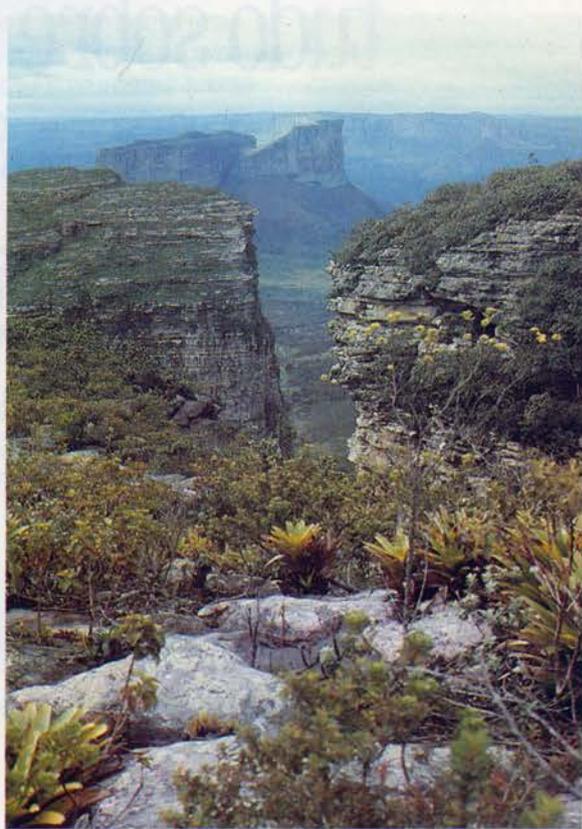
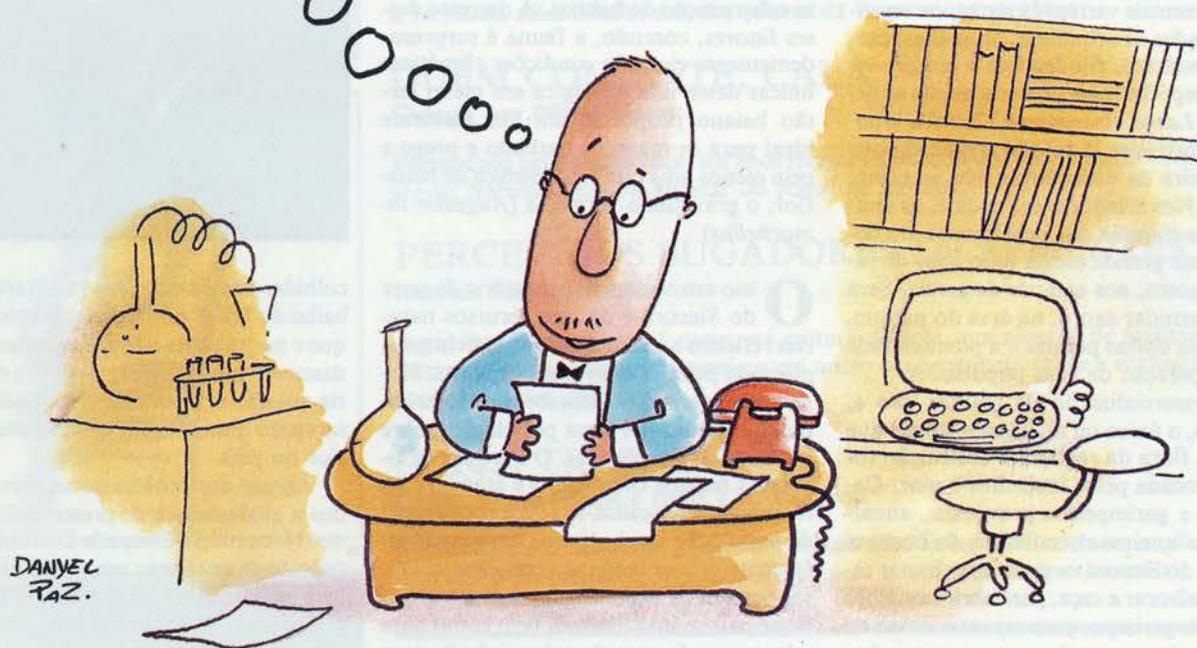


foto cedida pelo autor

"O mundo do futuro está aí.
Não será um mundo de nações pobres
e ricas, mas um mundo
de nações que dominam tecnologia e de
nações culturalmente escravas".

José Sarney



A FINEP TAMBÉM ACREDITA



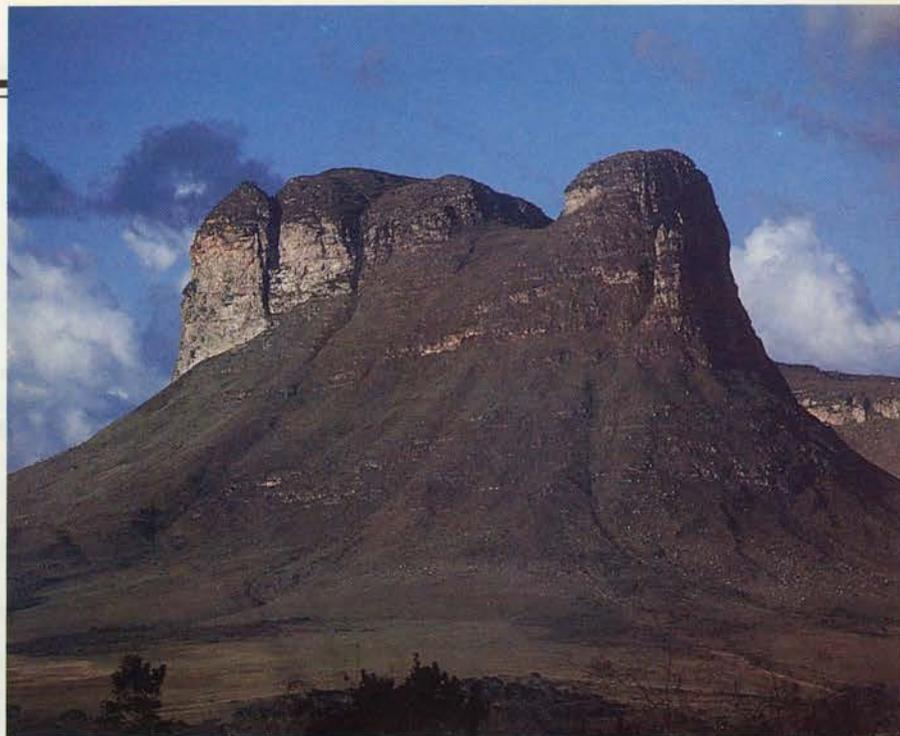
FINACIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
Ministério da Ciência e Tecnologia

Situada no flanco leste da chapada Diamantina, a serra do Sincorá recebe chuvas abundantes: o índice pluviométrico varia entre 1.200 a 2.000 mm/ano e a estação seca é breve, em acentuado contraste com o sertão que a cerca. Constitui, assim, um ambiente muito especial: chuvas fortes e freqüentes (embora o solo tenha pouca capacidade de reter a água), alta luminosidade e grande variação de temperatura entre o dia e a noite. Como resultado, a vegetação é constituída em grande parte por espécies endêmicas, isto é, que só existem ali. Trata-se de um caso típico de “serra úmida” e, ao mesmo tempo, de uma importante “área refúgio” florestal.

Mesmo antes de criado o parque nacional, sua área era conhecida mundialmente pelos botânicos. Muitas coletas foram feitas ali, fato incomum em outros parques nacionais, que muito contribuiu para o tombamento da região. Mas nem só os cientistas valorizam as plantas das serras. Comerciantes pouco escrupulosos de plantas ornamentais varrem as serras, carregando toneladas de orquídeas, bromélias, cactos, velosiáceas, filodendros e sempre-vivas. As espécies mais procuradas são as orquídeas *Laelia sincorana* e *Cattelea elongata*. A primeira já foi tão arrancada que está à beira da extinção em seu ambiente natural. Nos arredores de Mucujê, as sempre-vivas (família dos pepalantos) são coletadas em grande escala todo ano, de junho a agosto, nos campos de gerais. Será preciso estudar agora, na área do parque, a situação dessas plantas e a possibilidade da recuperação de suas populações.

A comercialização de plantas não é, contudo, o único ou mais grave abuso que atinge a flora da região. A destruição total provocada pelos incêndios é pior. Caçadores e garimpeiros provocam, anualmente, a queima de milhares de hectares na serra do Sincorá — para fazer brotar capim e melhorar a caça, para abrir caminhos e áreas de garimpo, para espantar cobra ou pelo simples prazer de ver a serra em chamas.

Também a fauna da área do parque tem sido sacrificada por caçadores e comerciantes desde a chegada dos primeiros garimpeiros. A anta, o tamanduá-bandeira e o tatu-canastra foram abatidos até a extinção para fornecer carne à gente das lavras. Até hoje, entre os que sobem a serra, levar espingarda é tão corriqueiro quanto levar um facão. A onça verdadeira, o veado, o caititu, a capivara, o jacaré, a lontra, o bicudo e muitas outras espécies de

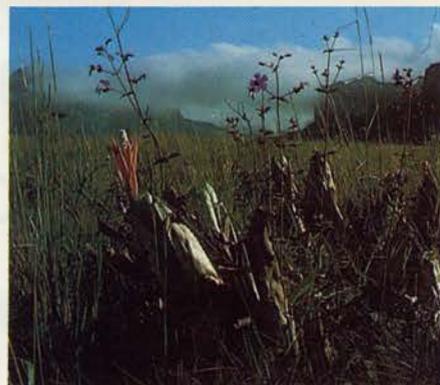


Acima, morro do Morrão, na serra do Sincorá. À direita, bromélias nos campos de gerais.

animais tiveram suas populações muito reduzidas em consequência da caça, da coleta e da redução do habitat. A despeito desses fatores, contudo, a fauna é surpreendentemente rica. As condições climáticas únicas dessa ilha ecológica em pleno sertão baiano proporcionam um ambiente ideal para os macacos barbado e prego e pelo menos uma espécie endêmica de beija-flor, o gravatinha-vermelha (*Augaster lumachellus*).

Uso extremamente predatório da serra do Sincorá e de seus recursos naturais refletem a mentalidade extrativista implantada pelos primeiros garimpeiros. Hoje, na sombra dos escombros dos garimpos falecidos, vive uma população pobre e carente de perspectivas. O Parque Nacional da Chapada Diamantina é grande, e será impossível fiscalizá-lo sem a cooperação da população local. Assim, um grande esforço deverá ser feito para conscientizar essas pessoas da necessidade da preservação desse patrimônio natural, bem como para criar novas formas de sobrevivência para aquelas que dependem diretamente da exploração dos recursos naturais da serra.

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) está ciente desse problema e, num trabalho inédito em esforço e alcance na criação de um parque nacional, iniciou um programa de contatos com todas as comunidades que vivem à volta do parque. Assim, antes mesmo de iniciar as obras de implantação, começa a conscientizar o povo do lugar e a ouvir suas opiniões e reivindicações. As informações



fotos cedidas pelo autor

colhidas nesses contatos facilitarão o trabalho do IBDF no estabelecimento do parque e no trabalho social e econômico a ser desenvolvido na região — tarefa obrigatória quando se institui uma unidade de conservação numa região já habitada no interior do país.

Apesar dos problemas sempre associados a qualquer ato de preservação, o Parque Nacional da Chapada Diamantina tem tudo para se tornar um dos mais belos e visitados parques nacionais do Brasil. A pouco mais de 400 km de Salvador, à margem da BR-242, é de acesso fácil e as cidades históricas situadas em seus bordos têm infra-estrutura para receber visitantes. Turistas e amadores poderão, assim, trilhar os antigos caminhos dos garimpeiros, banhar-se nos rios de águas frias e puras e desfrutar de uma paisagem ímpar no interior das terras intertropicais brasileiras.

Roy Richard Funch

Biólogo, pesquisador colaborador do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal



Um banho de tecnologia.

38 anos. A sua garantia começa aqui.

A Resana, ao longo de 38 anos de pesquisas, vem desenvolvendo e aprimorando, a cada dia, a sua tecnologia na área de resinas e polímeros. Seus produtos, utilizados para os mais diversos fins, têm total aceitação por parte das mais diferentes indústrias. Em especial, as de adesivos, abrasivos, materiais de fricção, esmaltes, vernizes, tintas de impressão, materiais dielétricos, isolantes térmicos, plásticos reforçados com fibra de vidro, fundição, borrachas e papéis especiais.

1.620 metros quadrados.

A pesquisa conquista o seu espaço.

A Resana conta com um amplo Centro Integrado de Pesquisas Tecnológicas com área construída de 1.620 m² junto à sua fábrica em Mogi das Cruzes. Este Centro abriga laboratórios de síntese, de análise química, de análise instrumental e de ensaios físicos; planta-piloto; planta semi-industrial; equipamentos para simulação dos processos industriais de seus clientes; ambientes condicionados para ensaios especiais; uma biblioteca especializada dotada de microprocessador com acesso direto a bancos de dados no Brasil e no exterior.

48 especialistas. Capacidade humana inesgotável.

A Resana sempre investiu na melhor mão-de-obra. Por isso, hoje possui em seu Centro de Pesquisas Tecnológicas uma equipe altamente capacitada, com técnicos, pesquisadores e funcionários que se dedicam ao desenvolvimento de resinas e polímeros engenhados para atender às necessidades específicas de cada cliente.

**RESANA S/A
INDÚSTRIAS QUÍMICAS**



Uma empresa
privada
nacional.

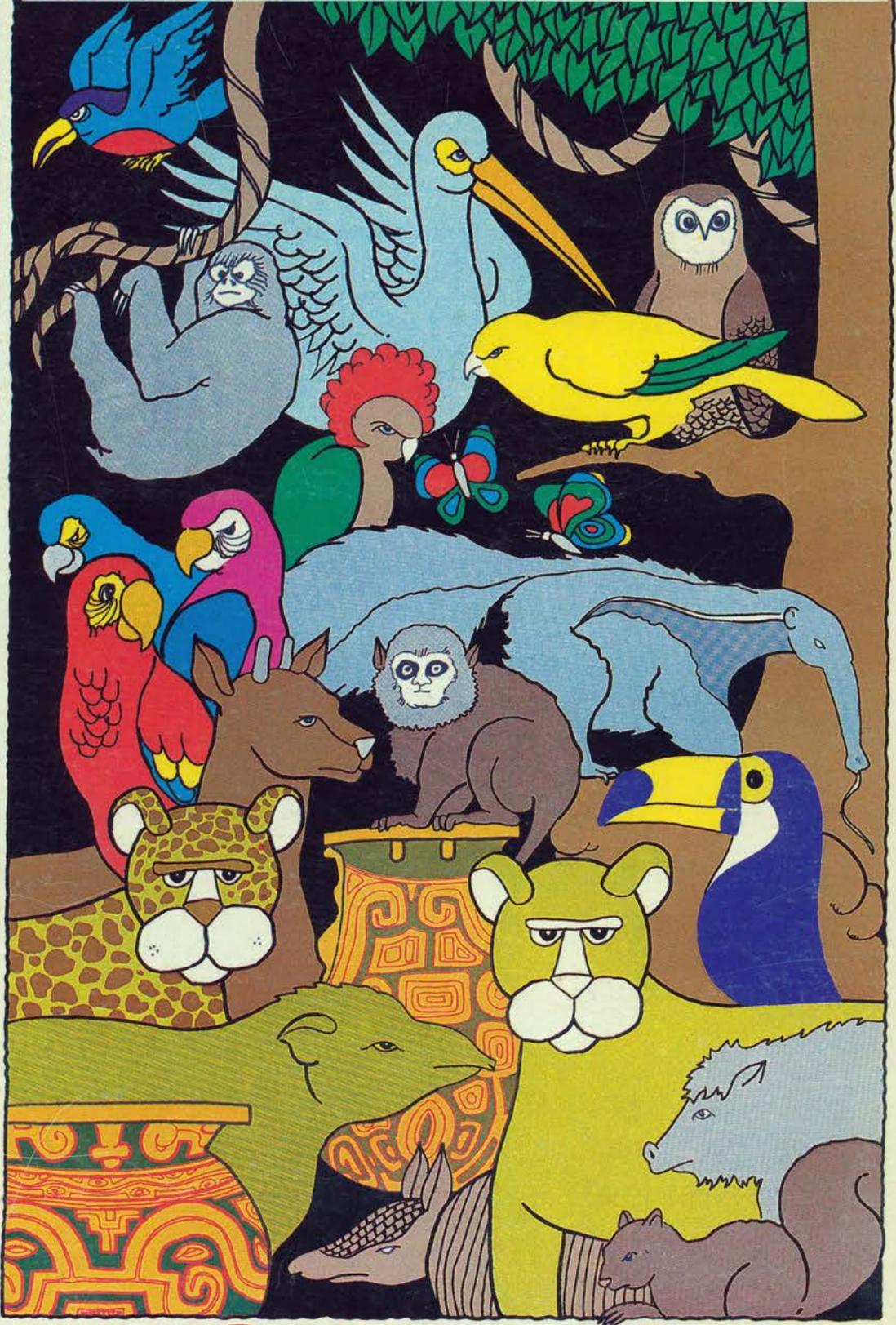
Escritório Central: Rua Francisco Tramoniano, 100 - 4º andar
Tel.: (011) 543-3533 - São Paulo - SP
End. Telegráfico: RESANASA
Telex: (011) 24144/35690

Fábrica e Centro de Pesquisas Tecnológicas: Mogi das Cruzes - SP

*** A marca da
tecnologia.**

CILÁ ACAIÚ UIUMBUÉ YANERETAMA YANEMIRAITÁ

Ilustração: Sérgio Bastos



MUSEU GOELD

120 ANOS. 1866/1986

MCT
Ministério da
Ciência e Tecnologia

CNPq
Conselho Nacional
de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

CNEC
Consórcio Nacional de
Engenheiros Consultores S.A.

THEMAG
ENGENHARIA

Juntos na preservação da Amazônia