

ENCARTE
INFANTIL

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 6 Nº 35 Setembro de 1987 Cz\$ 100,00

Formigas cortadeiras

Guerra nas estrelas

Medicina popular



SB
PC



Padrão de excelência Tupy.

Para uma vida melhor.

Investir em pesquisa, gerar tecnologia própria, acreditar no desenvolvimento dos recursos humanos.

Ter no crescimento do homem o princípio e a finalidade de todo o progresso.

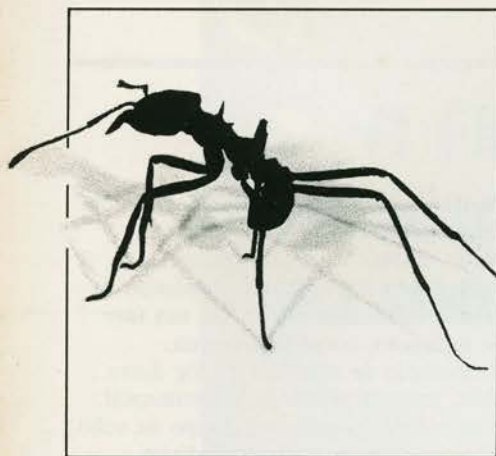
Estes são alguns dos valores fundamentais da cultura do grupo empresarial Tupy. E um dos segredos do seu nível de vanguarda e de liderança, tanto no setor metal-mecânico quanto no químico-plástico.

Englobando um expressivo leque de empresas em todo o país e inclusive no exterior, o grupo empresarial Tupy atua hoje num vasto âmbito de atividades.

Mas, por mais variados que sejam os seus produtos, todos têm um só propósito: contribuir para uma vida melhor.

É assim há quase 50 anos, quando começou com uma pequena fundição em Joinville.

E é isso que justifica e enobrece o padrão de excelência Tupy.



26

FORMIGAS CORTADEIRAS: A LINGUAGEM DOS ODORES

Evaldo Ferreira Vilela, Klaus Jaffé e Terezinha Della Lucia

Para que sua sociedade funcione com eficiência, saúvas e quenquéns — as formigas cortadeiras — dispõem de sofisticados equipamentos de comunicação, que utilizam substâncias voláteis por elas desprendidas.

26



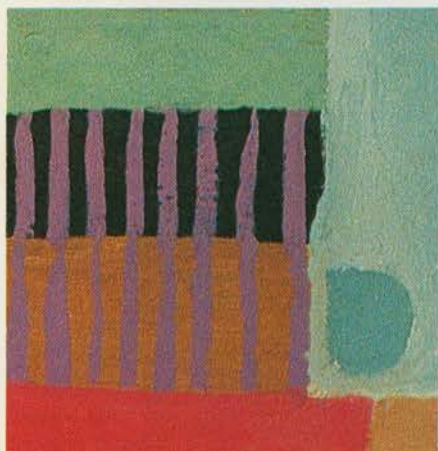
34

MEDICINA POPULAR: REZAS E CURAS DE CORPO E ALMA

Maria Andréa Loyola

Nas cidades, como na zona rural, curandeiros, pais-de-santo e rezadeiras são uma alternativa para a medicina oficial, com volumosa clientela que considera a doença como produto de forças sobrenaturais.

34



44

SUPER-REDES: HARMONIA DAS BANDAS CRISTALINAS

Eduardo de Campos Valadares, Marcus Vinicius B. Moreira,
José Carlos Bezerra Filho e Ivan Frederico Lupiano Dias

Desde que os gregos conceberam os átomos, o avanço na compreensão da matéria foi prodigioso. Hoje a Física chegou ao ponto de construir estruturas totalmente distintas das encontradas na natureza.

44

CHOQUE (HIPER) TÉRMICO

Maria Christina Manhães Bonato e Maria Helena Juliani

Em resposta a acentuadas elevações de temperatura, todos os organismos vivos reagem da mesma maneira: ativando genes específicos que levam à síntese de proteínas, cuja função é proteger a célula contra danos.

54



68

CARTAS DOS LEITORES	2
AO LEITOR	9
TOME CIÊNCIA	12
UM MUNDO DE CIÊNCIA	14
RESENHA	16
PERFIL	19
HUMOR	33
OPINIÃO	63
CONSTITUINTE 87	68
É BOM SABER	74

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS

QUESTÕES DE DIDÁTICA

Assino *Ciência Hoje* desde o primeiro número e gostaria de cumprimentá-los pela nova etapa na vida da revista e pela criação do encarte infantil (...) Sou professor de química no segundo grau e trabalho também com turmas de magistério. Estou enfrentando muitas dificuldades para orientar minhas alunas (futuras professoras primárias) em trabalhos de cunho didático. Gostaria de perguntar ao autor do texto "De que é feito o Sol?" (encarte infantil) o seguinte: que critérios básicos devem ser considerados quando se reelaboram informações científicas, de maneira a produzir textos simplificados, que motivem o público-alvo (neste caso, as crianças) e ajudem a compreensão da informação?

Luiz Adolfo Kangussu Gomes, Belo Horizonte

• O autor da matéria citada, José Antônio de Freitas Pacheco, do Instituto Astronômico e Geofísico da USP, responde:

O estabelecimento de critérios para o ensino de ciências às crianças é um tema controverso. Minha experiência deriva muito mais da extrapolação do que aprendi no ensino para adultos e no convívio com algumas crianças da faixa etária de meu filho, hoje com sete anos. Considero importantes os seguintes parâmetros na elaboração de um texto que pretenda transmitir conhecimentos científicos às crianças:

a) jamais menosprezar a capacidade de compreensão da criança. Se a forma for adequada, ela sempre poderá entender a idéia básica que está por trás do fato que se quer transmitir;

b) utilizar ao máximo, na elaboração de analogias, o conhecimento prévio que resulta da experiência diária da própria criança;

c) nas simplificações usadas, evitar a tentação de transmitir uma "meia verdade" (ou mesmo uma falsidade) como recurso para facilitar o entendimento. Um conceito falso produzirá danos mais tarde (...)

d) usar sem constrangimento um vocabulário mais "científico" (com palavras como átomos, planetas, lasers). As crianças se habituariam rapidamente aos computadores, que hoje estão integrados à sua vida diária através, por

exemplo, dos programas de televisão. Chega de textos "infantis", cheios de tios e historinhas que pouco atraem crianças que vivem na era das "pistolas de raios lasers" e das viagens espaciais; e) estimular a experimentação.

Palavras jamais substituem o efeito produzido pelo ato de olhar através de uma luneta ou realizar uma experiência, por mais simples que seja.



REVOLUÇÃO INDUSTRIAL NA PSICOLOGIA

Desejo expressar a satisfação que experimentei ao ler o artigo "Energia e sociedade" (*Ciência Hoje* nº 29) (...) Sou psicólogo, e interessaram-me especialmente os aspectos históricos abordados (...) Ficou clara a existência de dois momentos no processo histórico de produção de energia: o primeiro, artesanal, de baixo rendimento, no qual a habilidade individual era o fator mais importante para a invenção de novas técnicas; e o segundo, no qual incorpora-se o método científico e todo o conhecimento acumulado pela física e a matemática (...) Novas técnicas são então inventadas (...) não mais pela habilidade individual, mas sim como decorrência de todo um arsenal de conhecimentos teóricos, desenvolvido por grupos de cientistas.

Acredito que a psicologia atravessa atualmente um momento equivalente ao

da Revolução Industrial. Temos, de um lado, a psicologia clínica, com suas várias escolas utilizando técnicas de valor ainda discutível e dependendo de grande habilidade não só em sua fase de aplicação, como também na formulação de suas teorias. De outro lado, temos a psicologia experimental, subdividida segundo seu campo de ação (psicologia comparada, psicofísica, psicofarmacologia e outras), representando o conhecimento científico. Quando ocorrerá, por parte da psicologia clínica, a assimilação do conhecimento científico desenvolvido pelos psicólogos experimentais? Estamos longe de poder responder, mas um bom começo é aproveitarmos o exemplo de outras áreas que passaram por processos semelhantes.

Jesus Landeira Fernandez, São Paulo

FORA DO EIXO

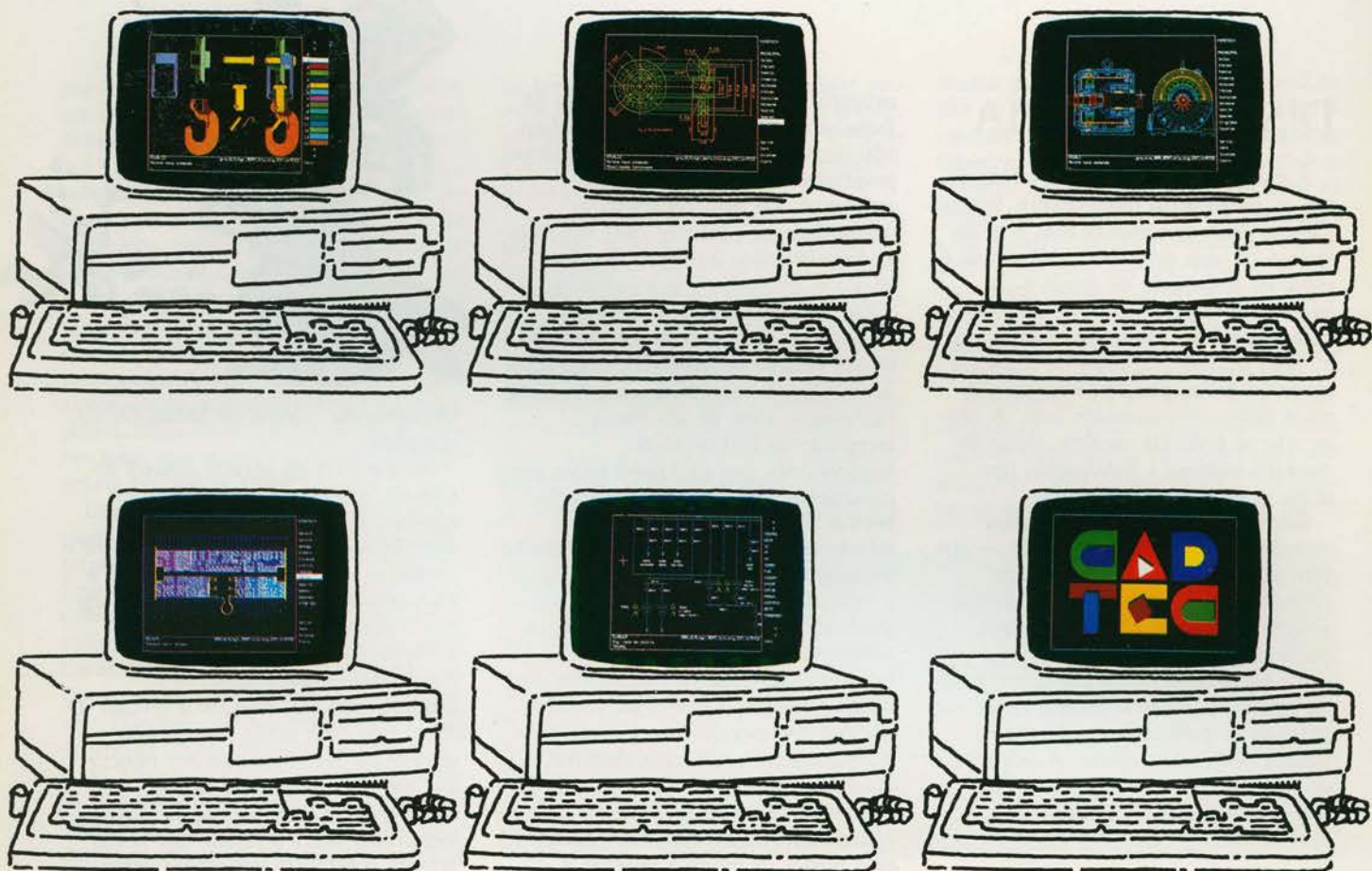
Desde o início da publicação de *Ciência Hoje*, tenho observado uma excessiva concentração de artigos originários do Rio de Janeiro (principalmente) e de São Paulo. Porque isso ocorre? É verdade que este eixo concentra a maior parte dos pesquisadores brasileiros. No entanto, devemos lembrar que as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste apresentam grande potencial científico em todas as áreas, necessitando de incentivos.

Fora do eixo Rio-São Paulo encontram-se: o Pantanal de Mato Grosso, com fauna e flora riquíssimas e graves problemas; a Amazônia, ainda misteriosa; o Nordeste, com toda a sua história e cultura. Existem ainda órgãos de pesquisa e universidades que deveriam merecer maior atenção por parte de *Ciência Hoje*, cujo nº 29 — só para citar um exemplo — trouxe sete matérias originadas no Rio de Janeiro.

Cesar Koppe Grisolia, Cuiabá

• O próprio leitor aponta o principal motivo para a concentração de matérias oriundas do Rio e de São Paulo. Concordamos, no entanto, que ainda há muito a fazer para expandir a cobertura da revista, que também é nosso desejo. Estamos abrindo sucursais em todas as regiões, tendo em vista exatamente aprimorar nossa capacidade de captação de material.

DESCUBRA O QUE HÁ POR TRÁS DESSAS TELAS.



O CADTEC é a solução CAD, para qualquer PC compatível, que respeita sua cultura, metodologia de trabalho, hábitos e a ABNT.

Totalmente desenvolvido pela Itautec, uma empresa nacional que, como você, conhece bem nossos problemas.

Converse com a Itautec, que está sempre voltada a suprir suas necessidades de produto, suporte total ao desenvolvimento de aplicativos, assistência técnica, documentação e treinamento adequados e evolução.

Tudo exatamente do jeito que você quer e precisa.

Por trás do CADTEC há uma empresa que respeita você.

Itautec



De olho no futuro.

Itautec Informática S.A.

Rua Bela Cintra, 1149 - CEP: 01415 - São Paulo - SP - Tel: (011)280-2966 — Telex: (011)13067

Filiais: Belo Horizonte: (031)222-4488; Brasília: (061)223-3405; Campinas: (019)2 41.7888; Curitiba: (0412)262-0167; Florianópolis: (0482)22-0901; Goiânia: (062) 223-1413; Porto Alegre: (0512)22-1733; Recife: (081)228-0888; Ribeirão Preto: (0423)636-1040; Rio de Janeiro: (021)286-4622; Salvador: (071)231-3246; Vitória: (027)225-8829.

DISCORDÂNCIA

À exceção sempre honrosa e rara de um ou outro texto transparente, porque *Ciência Hoje* se compraz com o estilo vicioso de uma invariável, enfadonha e esotérica linguagem de jargão (...) vazada em tom iniciático de requintado "cientificês" (...) inacessível até a um 3º grau inicial? (...) Rigor científico e clareza didática podem caminhar de mãos dadas perfeitamente bem. A não ser que se pretenda conferir *status* de monstro sagrado à publicação, por sinal, graficamente impecável...

Sobre destinar-se regularmente a redação espaço deveras precioso — que bem poderia ser aproveitado para utilíssimos glossários no final de cada artigo — a longos posicionamentos políticos, de nenhum interesse para o leitor comum (...) salta aos olhos outra característica negativa no que tange aos critérios de publicação: privilegia-se sempre os mesmos temas em detrimento de outros (...)

José Osório Gualtieri, São Paulo (SP)

TUCURUÍ E OS PEIXES

Vimos acompanhando a reação de alguns leitores ao anúncio publicado por esta *Eletronorte* no nº 27 de *Ciência Hoje* a respeito da piscosidade observada do reservatório da UHE Tucuruí. Por entendermos que a aceitação de peças publicitárias é atribuição do Conselho Editorial da revista, o qual possui pesquisadores e cientistas do mais alto saber e notória capacidade para julgar a adequação ou não de determinada publicidade, mantivemo-nos em posição passiva frente às críticas recebidas.

No entanto, após a leitura das críticas do sr. Luigi Polli, no nº 31, vimo-nos na obrigação de responder, até para que seja restabelecida a verdade dos fatos (...) Sem entrar no mérito dos benefícios diretamente gerados por Tucuruí no atendimento às necessidades de energia elétrica do estado do Pará e do Nordeste (...) restringiremos nossa abordagem ao aspecto ambiental.

Embora não tenham sido verificadas na prática uma série de ocorrências

catastróficas previstas por ocasião do fechamento do reservatório, esse fato não significou qualquer diminuição nos programas de monitoramento ambiental, até pelo contrário, a necessidade de conhecer cada vez mais as características da região em que atuamos nos levou a intensificá-los.

Existem atualmente na área do reservatório de Tucuruí, em execução ou em fase de implantação, programas de ictiofauna, macrófitas, fauna, flora, limnologia, além de um Plano Integrado de Utilização do Reservatório, que englobará todos esses programas, além de outros voltados para as comunidades da área de influência, entre os quais um programa de educação ambiental.

Quando a *Eletronorte* registra a piscosidade do reservatório, constata apenas um fato que contraria as suposições inicialmente levantadas de forma intempestiva, sem no entanto afirmar que esse nível será mantido eternamente. Prova é que desenvolve programas de estudo de ictiofauna e piscicultura (...) de forma a garantir a piscosidade, senão nos níveis atuais, pelo menos de modo a reverter a situação fatalista manifestada na citada correspondência.

Edmundo Antonio Taveira Pereira,
Departamento de Estudos de Efeitos Ambientais, Eletronorte

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS

Tenho duas críticas a fazer ao número zero do *Ciência Hoje das Crianças*. Em primeiro lugar, o uso da frase "Bobeou, jacaré te come", que pode induzir nas crianças excessivo medo do jacaré, animal atualmente em extinção no Brasil. Em segundo, a ilustração do artigo "O dengo da dengue", que poderia sugerir às crianças que o extermínio de qualquer tipo de inseto é atitude por si só saudável. Em ambos os casos, fica prejudicado o sentido de educação ambiental que o encarte infantil de *Ciência Hoje* deve assumir.

Cláudio Gonçalves Tiago

• Ângelo B. Machado, do
Departamento de Zoologia da



Universidade Federal de Minas Gerais, responde:

As matérias do encarte infantil de *Ciência Hoje* são submetidas a um rigoroso processo de análise por especialistas. No caso de artigo sobre o jacaré, o texto foi revisto por todo o Conselho Editorial da revista. A frase que o leitor critica, entretanto, foi incluída depois, como parte das ilustrações da matéria e, lamentavelmente, escapou à revisão. O leitor tem toda razão, a frase não deveria ter sido colocada por induzir um medo exagerado ao animal, caracterizando um tipo de mensagem negativista sobre a fauna, que tenho sempre combatido em artigos sobre educação ambiental.

No caso da matéria sobre a dengue a ilustração também escapou à análise crítica. Nesse caso, entretanto, acho que a falha não foi tão grave. Trata-se de artigo de "educação sanitária" sobre um problema de saúde pública, no qual a única solução é a eliminação do mosquito, direta ou indiretamente, através da destruição dos habitats, como mostra a figura. Nesse contexto, é pouco provável que a figura leve à generalização de que todos os insetos devem ser eliminados. De qualquer modo, do ponto de vista da educação ambiental, é melhor que os mosquitos transmissores de doenças sejam mortos por processos mecânicos, como mostra a figura, do que pelo uso de inseticidas, como aparece nas imagens tradicionais veiculadas pela mídia.

PARABÊNS

Magnífico o trabalho do corpo editorial de *Ciência Hoje* com meu artigo. Sua equipe nada deve à *Scientific American*.

Isaías Raw, São Paulo

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro comunica que voltou a ser uma fundação de amparo à pesquisa.

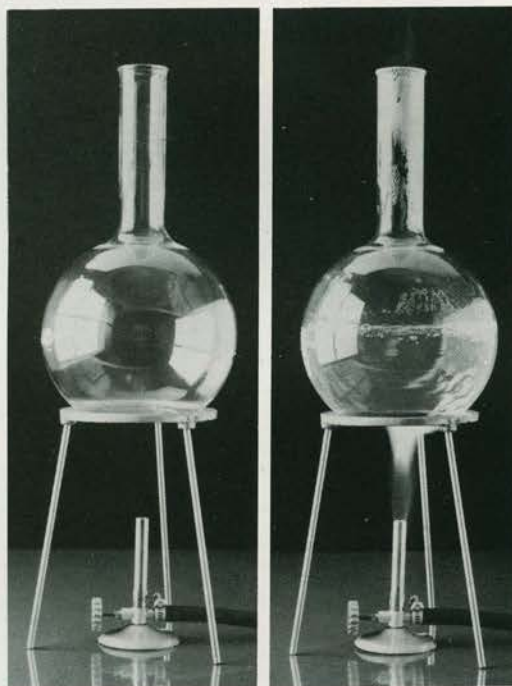
O Governo do Estado do Rio de Janeiro está devolvendo a FAPERJ às funções para as quais ela foi criada: ser um instrumento de fomento à pesquisa científica e tecnológica.

Para isso, a FAPERJ está sendo completamente reestruturada.

Agora, a comunidade científica do Estado participa do processo decisório na FAPERJ, integrando seu Conselho Superior e assessorando na concessão de todos os auxílios.

E o que é que a nova FAPERJ vai fazer?

O que ela sempre deveria ter feito: apoiar as atividades de pesquisa e pós-graduação no Estado, conceder recursos para pesquisadores, colaborar na



realização de reuniões e na publicação de trabalhos científicos, apoiar pesquisadores visitantes, participar na organização de congressos científicos, conceder e administrar bolsas de

estudo de diversas modalidades para a formação de estudantes e pesquisadores, implantar projetos interdisciplinares para atender aos problemas e oportunidades no setor científico do Estado.

Com tudo isso, a FAPERJ quer reverter uma tendência que, nos últimos anos, levou à degradação de laboratórios e a uma fuga de recursos humanos qualificados para outros Estados, e mesmo para o exterior.

A nova FAPERJ está cheia de planos para colocar em ação. Mas nem por isso quer prescindir da colaboração de toda a comunidade acadêmica e científica do Estado.

As portas da FAPERJ agora estão sempre abertas para as boas idéias.

**Secretaria Estadual
de Ciência e Tecnologia**



**Governo
MOREIRA FRANCO**

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

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

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

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Erney P. Camargo (Instituto de Ciências Biológicas, USP), Isaac Kerstenetzky (Pontifícia Universidade Católica, RJ), José Carlos C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Luís Rodolpho R. G. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Osvaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Sérgio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Sérgio Henriques Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP).

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

Texto: Maria Luiza X. de A. Borges e Maria Ignez Duque Estrada (edição de texto), Leny Cordeiro (revisora).

Jornalismo: Sheila Kaplan, Alicia Ivanishevich, Sérgio Portel-la, André Barcinski e Luisa Massarani.

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

Administração: Elsa M. Roberto Parreira, Sônia M. de Mendonça Corrêa e Álvaro Roberto S. Moraes (gerentes), Neuza Maria de Oliveira Soares, Claudio C. Carvalho, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Moisés V. dos Santos, Maria do Rosário, Lucia H. Rodrigues.

Assinaturas: Afonso H. de M. Pereira (supervisor), Irani F. Araujo (secretária), Sérgio Amato.

Circulação e Expedição: Adalgisa M.S. Bahri (gerente), M. Lucia da G. Pereira (secretária), Genésio M. de Carvalho (chefe de expedição), José A. Vianna, Carlos L. da Silva, Marly Onorato, Virley Fonseca, Delson Freitas, Herculanio Conceição Filho.

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

Capa: Roberto Tinoco

Colaboraram neste número: Ione Saldanha, Claudius, Ique, Spacca, Wilson Racy, Eduardo Perez (ilustração); Ana Regina Nogueira, Roberto Tinoco, Claus C. Meyer, Onofre Custódio da Silva (fotografia).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração, UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas, USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crowdowal Pavan (Instituto de Biologia, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallembeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antonio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Goldenberg (Instituto de Física, USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia, EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências, UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luís de Castro Martins (Rio Data Centro, PUC/RJ), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moysés Nussenzveig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFPR), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, Unicamp), Otávio Elisio Alves de Brito (Instituto de Geociências, UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Instituto de Química, UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPA), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto B. de Carvalho, Júlio Carlos Mello — Dept. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Caixa Postal 2486, CEP 31160, tel.: (031) 443-5346.

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

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

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

Sucursal Recife: Sérgio Rezende, Cilene Vieira — Praça das Cinco Pontas 321, 1º andar, São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-8511.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Itamar Vugman, Jandira Ferreira de Jesus — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, Rua Nove de Julho 1227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Marcelo Stein, Vera Rita da Costa, Wilson Racy Jr., Acácia R. Francisco de Oliveira — Av. Prof. Luciano Gualberto 374 - Antigo Prédio da Reitoria, Cidade Universitária, CEP 05508.

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

Assinatura: Brasil (11 números): Cz\$ 1.000,00. América Latina e África (11 números): US\$ 40,00 (superfície) e US\$ 80,00 (aérea). EUA e Europa (11 números): US\$ 50,00 (superfície) e US\$ 100,00 (aérea). Número atrasado: Cz\$ 100,00.

ISSN-0101-8515. Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Renart Fotografia Gráfica e Composição Ltda. **Fotolito:** Grafcolor Reproduções Gráficas Ltda. **Impressão:** JB Indústrias Gráficas S.A. Para publicação desta revista contribuirão o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Ministério da Educação (MEC). *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

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



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

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

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

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

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

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

Sede nacional: Rua Pedroso de Moraes 1512, Pinheiros, São Paulo, tels.: 211-0495 e 122-0740. **Regionais:** **Araçáju** — Universidade Federal de Sergipe, Depto. de Educação, Campus Universitário, São Cristóvão, tel.: 224-1331 ramal 331 (Ada Augusta C. Bezerra); **Belém** — Universidade Federal do Pará, Gabinete do Reitor, Campus Universitário do Guamá, C.P. 549, tel.: 229-1108 ramal 384 (Antonio G. de Oliveira); **Belo Horizonte** — Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. de Biologia Geral, Inst. de Ciências Biológicas, C.P. 2486, tel.: 441-5481 (José Rabelo de Freitas); **Blumenau** — Universidade Regional de Blumenau, Rua Antônio da Veiga 140, tel.: 22-8288 (Sálvio Alexandre Müller); **Brasília** — Universidade de Brasília, Inst. Central de Ciências, Bl. A, sobreloja, s/301, tel.: 273-4780 (João Luiz H. de Carvalho); **Corumbá** — C.P. 189, tel.: 231-2616 (Wilson F. de Melo); **Cuiabá** — Universidade Federal de Mato Grosso, Sub-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, tel.: 361-2211, ramais 210 e 166 (Miramy Macedo); **Curitiba** — Rua Gen. Carneiro 460, s/504, tel.: 264-2522 ramal 278 (Araci A. da Luz); **Fortaleza** — Universidade Federal do Ceará, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, Centro de Ciências da Saúde, C.P. 657, tel.:

243-1309 (Marcus Raimundo Vale); **Goiânia** — Universidade Federal de Goiás, Inst. de Ciências Biológicas, C.P. 131, tel.: 261-0333 ramal 158 (Alberto José Centeno); **João Pessoa** — Universidade Federal da Paraíba, Depto. de Biologia Molecular, Campus Universitário, tel.: 224-7200 ramal 2495 (Maria Eulália S. Grisi); **Londrina** — (seccional) Rua Rio de Janeiro 551, apto. 7 D (Ana Odete S. Vieira); **Maceió** — Universidade Federal de Alagoas, Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Praça Afrânio Jorge (Marize P. Pedrosa); **Manaus** — Inst. Nacional de Pesquisas da Amazônia, C.P. 478, tel.: 236-9400 ramal 126 (Adalberto Luiz Val); **Maringá** — (seccional) Fundação Universidade Federal de Maringá (Veslei Teodoro); **Natal** — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Depto. de Fisiologia, tel.: 231-1266 ramais 289 e 354 (Alexandre Augusto L. Menezes); **Pelotas** — (seccional) R. Benjamin Gastal 57, Areal (Morena P. Peters); **Piracicaba** — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Inst. de Genética, C.P. 83, tel.: 33-0011 ramais 252 e 249 (Margarida L.R. de A. Perecin); **Porto Alegre** — Colégio Estadual Júlio de Castilhos, Bl. B, s/147, Av. Piratini 76 (Bazília Catharina de Souza); **Porto Velho** — Universidade de Rondônia, tel.: 221-5054 (Sebastião Luiz dos Santos); **Recife** — Praça das Cinco Pontas 321 (CNPq-ANE), São José, tel.: 224-8511 (Luiz Antonio Marcusch); **Rio Claro** — Universidade do Estado de São Paulo, C.P. 178, tel.: 34-0244 ramal 28 (Maria Neyza S. Stort); **Rio de Janeiro** — Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Vanilla Paiva); **Salvador** — Universidade Federal da Bahia, Vale do Canela, tel.: 245-7636 (Inaiá Maria M. de Carvalho); **São Luis** — Universidade Federal do Maranhão, Programa de Imunologia, Bl. 3, s/3A, Campus Universitário do Bacanga, tel.: 222-1529 (Vera Lucia Rolim Sales); **São Paulo** — Universidade de São Paulo, Depto. de Biologia, Inst. de Biociências, C.P. 11.461, tel.: 210-2122 ramal 272 (Aldo 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).

PURA EMOÇÃO.

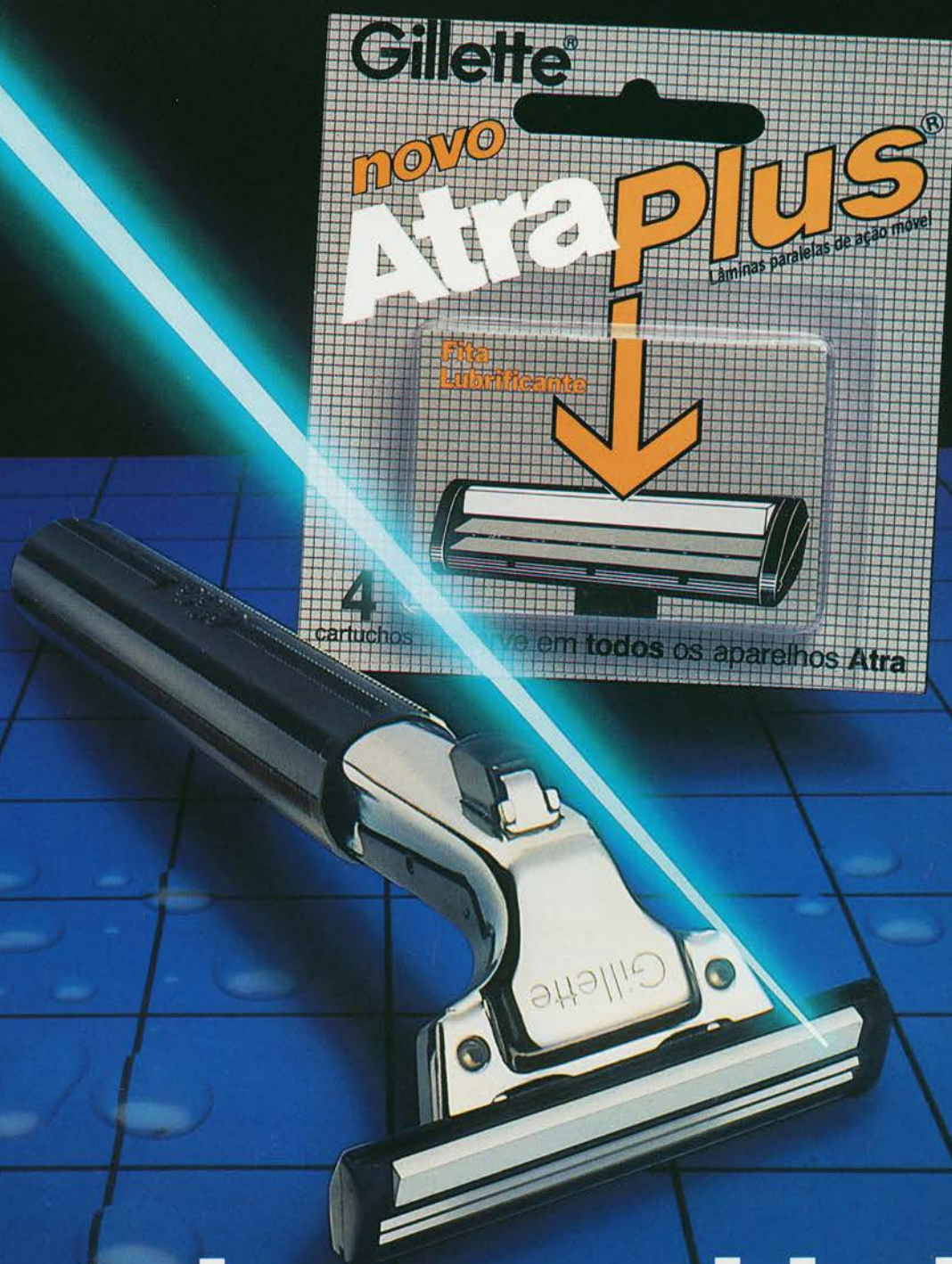


PARA QUEM VÊ E PARA QUEM DIRIGE. DIRIGINDO, É A MAIS PERFEITA INTEGRAÇÃO HOMEM-MÁQUINA QUE VOCÊ JÁ SENTIU. VENDO VOCÊ PASSAR, FICA UMA ADMIRAÇÃO NO AR. FORD XR3. PURA EMOÇÃO.

FORD ESCORT

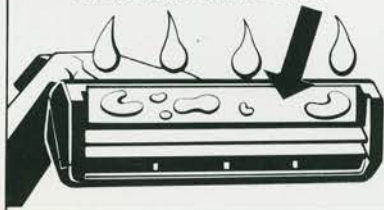


VOCE SENTE A QUALIDADE.



A máxima suavidade no barbear.

Exclusiva fita lubrificante.
Em contato com a água faz o aparelho deslizar mais suavemente.



A Gillette criou o novo Atra Plus, o mais revolucionário sistema de barbear.

Atra Plus tem a exclusiva fita lubrificante que, em contato com a água, faz o aparelho deslizar em seu rosto com uma suavidade que você nunca experimentou.

Não existe nada mais avançado que o novo Atra Plus da Gillette.

O que barbeava mais rente agora também é mais suave.

Atra Plus

O melhor barbear da Gillette.



FÁRMACOS E DEPENDÊNCIA

Muito bem faz o Brasil em não reconhecer as patentes e os processos químicos para a fabricação de remédios. Apenas 12 países, entre mais de 150, as reconhecem. As insistentes pressões e manifestações do governo norte-americano contra essa política denunciam seu interesse no nosso mercado, ocupado em mais de 85% por empresas multinacionais. Denunciam, também, a crescente apreensão quanto a restrições econômicas que possam limitar os privilégios de que hoje desfrutam.

Na informática, a proteção às indústrias nacionais e a adoção de uma adequada política científica e tecnológica trouxeram resultados surpreendentes. As condições específicas da área farmacêutica sugerem que o modelo da informática não seja transposto mecanicamente, mas convém que dele se preservem os princípios e objetivos. A saber:

1. *Maior aproveitamento da capacidade científica nacional.* Na indústria nacional de informática, os técnicos são hoje mais de 30.000, quando não chegavam a 3.000 em 1979. Já as indústrias farmacêuticas multinacionais aqui instaladas não mantêm laboratórios e não ocupam pesquisadores ou profissionais de nível superior em atividades de pesquisa e desenvolvimento.

2. *A orientação da produção para atender aos interesses da sociedade.* As multinacionais farmacêuticas, ao controlarem o mercado, determinam o atendimento a nossas necessidades guiadas por seus interesses de lucro e produção, definindo, assim, prioridades e modos de combate às doenças. É consequência deste fato o pequeno interesse que têm demonstrado pelo desenvolvimento de vacinas (pólio, tuberculose, sarampo, febre amarela etc), de soros antiofídicos e anti-ráxicos, ou ainda pela pesquisa e desenvolvimento de vacinas contra a leishmaniose, esquistossomose, ou a doença de Chagas, males que afetam milhões de brasileiros.

3. *A garantia de condições não extorsivas na compra de produtos e insumos no mercado internacional.* A questão da determinação dos preços de insumos e produtos farmacêuticos exige atenção — é comum encontrar muito elevados e estabelecidos arbitrariamente em razão da falta de alternativas. Muitas vezes estes insumos são comprados das próprias matrizes das empresas e faturados acima de seu valor no mercado internacional. A cimetidina (sal usado na fabricação de produto para tratamento das úlceras), recentemente sintetizada no país, está sendo vendida a 300 dólares o quilo, quando era importada a 2.000 dólares o quilo. O Piroxcan, um antiinflamatório, era importado a 12.000 dólares o quilo e está sendo aqui produzido e comercializado a 800 dólares o quilo. Isso significa que os preços de insumos importados chegam a ser de dez a 15 vezes maiores que os dos insumos aqui produzidos!

Negociar produtos farmacêuticos no mercado internacional exige capacidade técnica e competência industrial

efetiva ou potencial. A total dependência na importação de produtos corriqueiros como a vitamina C, a aspirina, os vermífugos ou os anestésicos configura condições de extrema dependência e uma real ameaça à autonomia decisória em políticas de saúde.

Um programa que possa garantir a necessária autonomia vai exigir importante participação estatal e recursos necessários para promover a pesquisa e o desenvolvimento. Foi proposto algum tempo atrás pelo MCT um programa nacional de farmacologia e toxicologia, tendo como base a farmacologia molecular e clínica. Previa, inclusive, a necessária formação de recursos humanos que, à semelhança de outras áreas, também aqui são escassos. Contudo, ainda não se tem notícias de sua implantação.

Um programa deste tipo deverá ser acompanhado de adequadas determinações em política industrial, de modo a evitar que, uma vez alcançadas certas metas, elas sejam anuladas por iniciativa de concorrentes multinacionais. Há pouco, por exemplo, foi concedida autorização para a instalação no Paraná da empresa dinamarquesa Novo Industries, tradicional produtora de insulina. Essa medida poderá anular o bem-sucedido programa de produção de insulina iniciado pela empresa nacional Biobrás, criada dentro de um projeto de pesquisa e desenvolvimento longamente amadurecido e apoiado por nossas agências de fomento.

Estima-se que são necessários recursos da ordem de 100 milhões de dólares, num período de três a quatro anos, para a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos, até sua comercialização. Os custos são elevados, mas investimentos desta espécie, por suas dimensões e significado, não podem ser pensados em termos de mercado, demanda e lucro. Os aspectos políticos e sociais, no caso, são bem mais relevantes, e para que sejam levados em conta é essencial ter a devida capacitação tecnológica. Reduzir nossa vulnerabilidade no setor é uma questão de "segurança nacional", entendida de modo amplo e atualizado.

Não devemos alterar nossa legislação acerca da propriedade industrial. Admitir patentes de processos e produtos na área farmacológica impediria definitivamente o desenvolvimento de fármacos em nossos laboratórios. Admitir a patente da aspirina, por exemplo, impediria que se desenvolvesse aqui um método próprio de síntese do ácido acetilsalicílico e determinaria indiretamente uma reserva do nosso mercado para a multinacional detentora desta patente. Se a fabricação deste quimioterápico exigir a repetição ou cópia de determinadas fases do processo de produção, que se copie, que se repita. O importante é que se atenda a interesses sociais mais amplos e que isso seja feito em institutos onde nossos pesquisadores e técnicos trabalhem — e criem — de modo inteligente.

Os Editores

Telecomunicação e inform

A ABC Sistemas reúne as empresas do Grupo ABC voltadas para as áreas de telecomunicação e informática: ABC Bull, ABC Computadores, ABC Dados, ABC Teleinformática e ABC XTAL. Empresas nacionais e com tecnologia avançada, todas oferecem produtos e serviços adequados às necessidades de cada um dos seus clientes, proporcionando soluções integradas em telecomunicação e informática.

abc teleinformática

Seus principais produtos são destinados ao setor de telecomunicações, onde atende a concessionárias da Telebrás. Suporta e dá suporte à interiorização das Telecomunicações através da Telefonia Rural e das suas várias aplicações. Entre os equipamentos destacam-se os de transmissão telefônica, Multiplex FDM e PCM e rádio; o receptor de mensagem via satélite; o receptor de TV para recepção e transmissão internacionais; o rádio digital 2GHz/34Mbit's de média e alta capacidade; o receptor de TV com FI 270MHz.

ABC TELEINFORMÁTICA S. A.

Matriz - Rio de Janeiro
R. André Rocha, 2299 - Jacarepaguá
Fone: (021) 342.7050 - Telex (021) 21187
CEP 22.700 - Rio de Janeiro - RJ.

Filial - São Paulo
R. Flórida, 1670 - 7.º andar - Brooklin Novo
Fone: (011) 542.7244 - Telex (011) 53069
CEP 04565 - São Paulo - SP.

Filial - São José dos Campos
Av. Heitor Villa Lobos, 2176 - Vila Bethânia
Fone: (0123) 21.7522 - Telex 1130693 ABSE
CEP 12.243 - São José dos Campos - SP.

abc Bull

Telematic

Criada em 1983, para a fabricação nacional de computadores de grande porte das classes V e VI, de acordo com classificação da SEI. Oferece soluções integradas de hardware, software, aplicativos e serviços, com orientação para o usuário final. Atende aos setores de telecomunicações, gestão hospitalar, gestão industrial, automação de escritórios etc.

ABC BULL S.A. TELEMATIC

Comercial
Av. Angélica, 903 - Fone: (011) 826.3022
Telex (011) 23192 - Cep: 01227
São Paulo - SP

ática em mãos experientes

abc dados sistemas s.a.

Criada em 1983, atua na área de comunicação de dados, fabricando modems específicos para atender ao mercado de empresas bancárias, industriais, estatais e bureaux de processamento. Seus multiplexadores ópticos utilizam fibras ópticas produzidas pela ABC XTAL e já estão presentes em grandes redes de transmissão de dados.

ABC DADOS SISTEMAS S.A.
Departamento Comercial
Estrada do Tindiba, 1608 - Jacarepaguá
Fone: (021) 392.8585 - Telex (021) 33833
Cep: 22700 - Rio de Janeiro - RJ

Filial São Paulo
R. Flórida, 1670 - 7º andar - Brooklin Novo
Fone: (011) 542.7244 - Telex (011) 53069
Cep: 04565 - São Paulo - SP

abc xtal

Criada em 1982, como fabricante de barras cultivadas de cristal de quartzo e cristais osciladores para alguns tipos de eletrodomésticos e para a indústria de radiocomunicações. A partir de 1984, na fábrica inaugurada em Campinas, São Paulo, passou a fabricar fibras ópticas para telecomunicações com exclusividade, de acordo com projeto de desenvolvimento junto com o CPqD da Telebrás. Atualmente também fabrica circuitos híbridos a filme espesso e desenvolve circuitos a filme fino, além de fibras ópticas para variados tipos de aplicação, como painéis luminosos de automóveis e instrumentos de endoscopia e odontologia.

ABC XTAL MICROELETRÔNICA S.A.
Matriz - Sede Industrial
Av. Brasil, 20.201 - Coelho Neto
Fone: (021) 372.6262 e 372.6363
Telex (021) 31973 - Cep: 21510
Rio de Janeiro - RJ
Filial Campinas
Rodovia Campinas Mogi-Mirim, km 118
Fone: (0192) 39.4009 - Telex (019) 1474
Cep: 13100 - Campinas - São Paulo

abc computadores

Fundada em outubro de 1985, é a mais jovem empresa do setor de Sistemas do Grupo ABC. Atua no segmento de computadores supermini através da linha ABC 2000 que já conta com os modelos ABC 2000/10 e ABC 2000/20. Empresa genuinamente nacional, possui tecnologia avançada e completa estrutura para fabricação e comercialização de equipamentos e serviços de computação, além de assistência técnica ao usuário.

ABC COMPUTADORES S.A.
Sede Administrativa
R. Flórida, 1670 - 9º e 10º andares
Brooklin Novo - Fone: (011) 542.7188
Telex (011) 54950 - Cep: 04565
São Paulo - SP

Sede Industrial
R. Theodoro Mendes Pires, 80 - Fone (031) 351.8001 - Telex (031) 6216 - Cep: 32000
Contagem - Minas Gerais

Bomba de calor barateia secagem de grãos

Os equipamentos empregados na secagem de grãos — etapa fundamental no processo de produção de cereais — consomem em geral óleo combustível, o que acarreta elevação do preço do produto final. Com o crescimento da produção agrícola brasileira e o desestímulo ao uso de derivados de petróleo, tornou-se necessário desenvolver novos equipamentos que utilizem outras fontes energéticas e sejam ao mesmo tempo economicamente viáveis.

Amostras de milho produzido em Minas Gerais foram analisadas pelo Centro Nacional de Pesquisa do Milho e do Sorgo, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que nelas encontrou de 17,3 a 45% de grãos carunchados, em virtude da secagem deficiente e das más condições de armazenamento nas áreas ru-

gia elétrica e/ou lenha. Entretanto, o custo da eletricidade é elevado e a utilização da lenha, quase sempre feita sem a preocupação de reflorestamento, pode causar a devastação de florestas.

Diante desse quadro, o Departamento de Engenharia Térmica da Universidade Federal de Minas Gerais desenvolveu e testou uma bomba de calor do tipo ar-ar. Posteriormente, o processo de secagem do milho foi simulado, utilizando-se o modelo matemático proposto pelo engenheiro americano T.L. Thompson. Numa etapa posterior, procurou-se realizar um estudo comparativo entre a secagem por bomba de calor e a obtida com os secadores tradicionais.

A bomba de calor desumidificadora ar-ar retira energia de uma fonte em baixa temperatura (o ar ambiente) e cede essa

tado no condensador (Q_c) e o insumo de energia (W). O COP atinge valores de 200 a 300% em equipamentos que utilizam o ar ambiente como fonte de calor. Isso significa que, para cada quilowatt de energia que entra no equipamento, há uma potência de saída duas a três vezes maior.

Mediante a técnica de simulação matemática podem ser obtidas informações que permitem selecionar a alternativa mais adequada à secagem de um produto específico. T.L. Thompson desenvolveu um modelo matemático que pode ser utilizado para simular a secagem de uma camada delgada de grãos, sob diferentes condições. O modelo prevê como o processo de secagem será influenciado pelas condições do ar de secagem, do fluxo de ar, da espessura da camada e do teor de umidade inicial do produto.

O estudo comparativo partiu da suposição de que, com o controle da temperatura do ar no secador a lenha, se alcançassem os resultados obtidos com o secador elétrico. Consideraram-se os melhores resultados da bomba de calor nos testes, além das seguintes desvantagens do secador a lenha: difícil controle do processo de combustão e da condição do ar de secagem; equipamento menos durável, em razão da corrosão causada pelo alcatrão e ácido pirolenhoso; fadiga térmica, pelas incrustações dos produtos da combustão; área mínima de cinco hectares plantados para suprir desmatamento de cada hectare; reflorestamento anual de um hectare. Os testes indicaram ser a bomba de calor 100% mais eficiente que o secador elétrico e 450% mais que o secador a lenha. Para a tarifa “rural com irrigação”, seu custo de secagem torna-se 20% inferior ao do secador elétrico e 22% superior ao do secador a lenha; para a tarifa “rural de baixa tensão”, o custo é 100% inferior ao do secador elétrico e 118% ao do secador a lenha.

Os dados levam a concluir que, quanto ao custo, a bomba de calor é mais vantajosa que os secadores tradicionais para as regiões de baixo consumo energético, onde o consumo não ultrapasse 75 kW. Nas regiões dotadas de irrigação, o secador a lenha é mais barato, mas há que considerar as desvantagens mencionadas.

Ricardo Nicolau Nassar Koury,
Karla Miranda Barcellos e Mauri Fortes
Departamento de Engenharia Térmica,
Universidade Federal de Minas Gerais

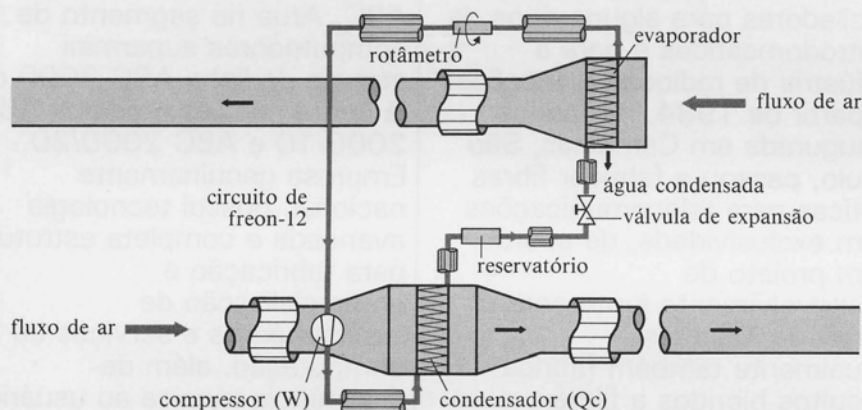


Diagrama da bomba de calor. No sistema montado, usou-se uma unidade compressora de 560 W, um evaporador de 1.370 W, um condensador de 2.180 W, dois microventiladores (para manter a circulação de ar nos trocadores de calor) com potências de 80 e 53 W. O fluido de trabalho foi o freon-12. A bomba retira calor do ar no fluxo que passa pelo evaporador e cede calor ao fluxo de ar que passa pelo condensador. O freon, ao passar pela válvula de expansão, se expande e retira calor do fluxo de ar da parte de cima, para se gasificar. No compressor, o freon é comprimido e cede calor ao fluxo de ar de baixo, para se condensar.

rais. Estima-se que atualmente os produtores de milho de Minas Gerais têm um prejuízo anual de 140 mil toneladas. E, além das perdas em peso, ocorrem perdas comerciais e nutritivas de milho produzido.

A secagem é um processo de transferência simultânea de calor e massa entre o produto e o ambiente. O calor é requerido para evaporar a água contida nos grãos por meio de um agente externo, quase sempre o ar. De um modo geral, as propriedades físicas do produto — temperatura, umidade e vazão do ar — e as características do equipamento determinam a rapidez da secagem dos cereais. Os secadores mais utilizados empregam óleo combustível, ener-

energia em uma temperatura mais alta (o ar utilizado na secagem). Seus componentes básicos são: evaporador, motocompressor, condensador, válvula de expansão e ventiladores para movimentar o ar (ver figura). O motocompressor aumenta a pressão do fluido refrigerante e, conseqüentemente, a temperatura sob a qual o calor é transferido. Ela pode realizar simultaneamente os processos de desumidificação e aquecimento do ar de secagem, efetuados no evaporador e no condensador, respectivamente. Costuma-se determinar a eficiência de uma bomba de calor pelo seu coeficiente de desempenho (COP), que é a razão entre o calor rejei-

Caderneta da Caixa

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

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

ECOLOGIA

RONDÔNIA: QUANDO A FLORESTA VAI ACABAR?

Apesar das constantes advertências feitas por cientistas das mais diversas áreas, prossegue, em ritmo alarmante, o desmatamento da maior e mais complexa reserva natural de nosso planeta. Caso não seja adotada uma política de exploração compatível com a frágil natureza do ecossistema amazônico, as previsões para um futuro próximo são sombrias.

Esse desmatamento desordenado e in-conseqüente, que poderá causar não só prejuízos irreparáveis para a região, mas danos em escala global, é resultado sobretudo de pressões econômicas. O que está em jogo é uma possível ampliação da fronteira agropastoril para fins de produção de grãos exportáveis e criação de gado, extra-

ção de madeiras nobres, exploração de minérios, caça de peles lucrativas, ao lado da exploração de inúmeros outros bens ligados ao setor primário.

Na Amazônia, o estado de Rondônia encontra-se em situação especialmente crítica, não só pela dimensão da área já desmatada, como pela forte tendência exponencial das taxas de crescimento das áreas desmatadas (ver *Ciência Hoje* nº 10, "Rondônia: sem florestas na próxima década?" e "Distribuição de solos pobres na colonização de Rondônia", em *Ciência Hoje* nºs 19 e 33).

Dados colhidos por J.P. Malingreau e C.J. Tucker*, da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) dos Es-

tados Unidos, mostram que, em 1985, 27.658 dos 243.044 km² que formam o estado de Rondônia (11,38% da sua superfície) já se encontravam totalmente desprovidos de sua cobertura florestal. Isto significa que, entre 1983 e 1985, a área desmatada cresceu de 5,74% para 11,38%, ou seja, praticamente duplicou, no curto intervalo de dois anos.

Além da área que está totalmente desprovida das suas matas nativas, há que considerar aquelas definidas como "áreas perturbadas", ou seja, as que sofreram modificações parciais em decorrência da ação depredadora do homem e já não apresentam suas características originais. Segundo os pesquisadores citados, as "áreas perturbadas" somavam 86.808 km² no ano de 1985.

A situação pode ser ainda mais dramática se levarmos em conta que os dados fornecidos por satélites são baseados em critérios que normalmente subestimam a área realmente devastada.

Como se observa no gráfico, as taxas de desmatamento no período 1975-85 se ajustam significativamente a uma curva do tipo exponencial. De acordo com o ajuste obtido, estima-se que, até o final de 1987, já se terá atingido um desmatamento da ordem de 20,13%, e o estado apresentará um total de 48.930 km² sem a cobertura original. Supondo-se que o mesmo comportamento seja mantido com relação às "áreas perturbadas", estas, proporcionalmente, apresentariam um valor estimado em 155.573 km² no final deste ano.

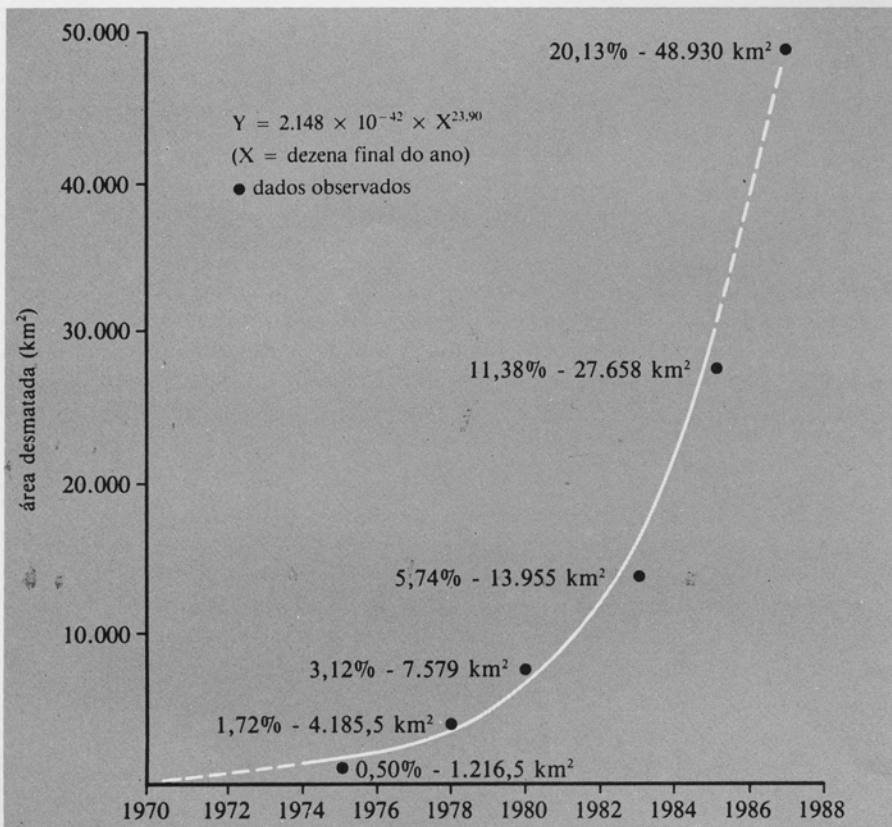
Assim, se persistirem os moldes atuais de colonização e ocupação do estado, as tendências reveladas pela curva de desmatamento permitem prever que Rondônia poderá estar inteiramente desprovida de suas florestas naturais entre os anos de 1993 e 1994.

Torna-se claro, no entanto, que esses rumos podem ser profundamente alterados, desde que se suste o desordenado movimento migratório rumo a essa região, implantando-se por outro lado uma rigorosa política de uso e manejo adequados do solo. Só assim poderá ser preservada essa importante riqueza natural, cuja perda seria definitiva.

* Simpósio IGARSS-87, Ann Harbour, Michigan, maio de 1987

Paulo Rodolfo Leopoldo Eneas Salati

Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista (Campus de Botucatu)



Tendência atual da relação entre a área desmatada e período, para o estado de Rondônia. A persistir este ritmo, já não haverá florestas em Rondônia dentro de seis anos.

NEURÔNIOS TRANSITÓRIOS NO TELENCEFALO

Grandes quantidades de neurônios são gerados nos estágios iniciais do desenvolvimento do sistema nervoso. Nem todos, contudo, logram sobreviver nas etapas subseqüentes. Tanto na vida intra-uterina como nas primeiras semanas após o nascimento, uma parte dessa população original de células nervosas degenera. Em determinadas regiões do cérebro, a morte pode atingir 70% da população inicial de neurônios.

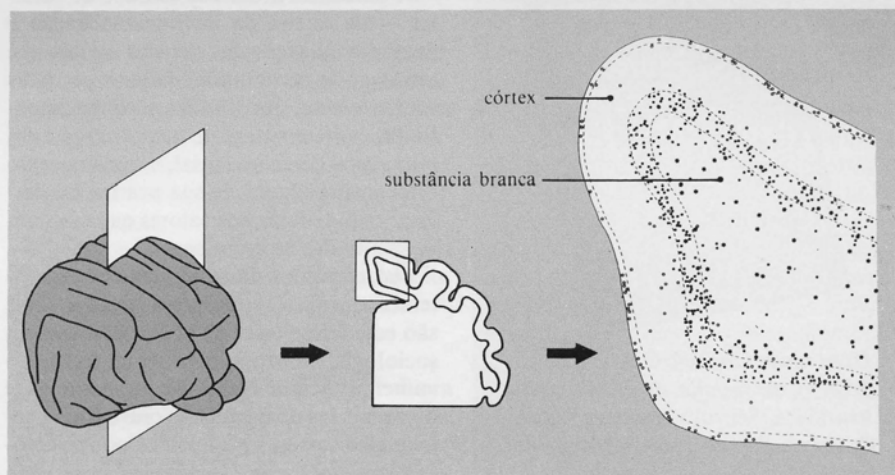
Esse fenômeno, denominado morte neuronal natural, um dos mais intrigantes do desenvolvimento precoce do sistema nervoso, tem sido intensamente estudado nos últimos 30 anos. Os neurocientistas tendem a explicá-lo como uma forma de eliminação de erros ocorridos durante a formação dos circuitos entre os neurônios, bem como uma tática para ajustar os tamanhos das diversas populações neuronais que se comunicam à distância.

Recentemente, uma equipe de neurobiólogos liderada por Carla Shatz, da Universidade de Stanford (EUA), relatou a presença de neurônios transitórios no telencéfalo (grande conjunto de áreas cerebrais que inclui o córtex) do gato. O achado é de grande interesse, pois demonstra o desaparecimento completo de uma população de neurônios, fenômeno que não havia sido verificado até então em outras regiões do cérebro.

A população neuronal descrita por Shatz e colaboradores nasce precocemente, antes mesmo do desenvolvimento das camadas celulares do córtex, e se localiza na subplaca cortical e na zona marginal, a primeira uma região profunda do cérebro, a segunda uma região superficial. Ela é composta de células que, como os demais neurônios, desenvolvem dendritos (ramificações locais) e axônios (prolongamentos que se projetam para alvos distantes), recebem conexões de outras células e sintetizam neurotransmissores (substâncias que transferem mensagens de um neurônio a outro). No entanto, surpreendentemente, desaparecem por completo durante o desenvolvimento pós-natal.

Uma série de técnicas foi utilizada para demonstrar a presença das células transitórias e suas características morfológicas e bioquímicas.

Como esses neurônios corticais nascem antes dos demais, foi possível marcá-los através de uma exposição à timidina tritiada — um nucleotídeo radioativo que é incorporado ao código genético da célula quando da última divisão celular.



O esquema à direita mostra uma região do córtex do gato, com os neurônios destinados a morrer assinalados por símbolos. Essa região provém do retângulo traçado no corte que vemos no centro, e este, por sua vez, foi obtido de um hemisfério cerebral, no plano mostrado à esquerda.

A técnica neuroanatômica de injeção de traçadores fluorescentes confirmou que esses neurônios — a exemplo das células nervosas comuns — possuem axônios que se dirigem a regiões distantes do córtex, ou ao córtex do lado oposto. Esses traçadores, captados pelos prolongamentos e transportados em direção ao corpo celular, podem ser facilmente observados através de um microscópio de fluorescência.

Utilizando marcadores imunocitoquímicos específicos para neurônios, como anticorpos monoclonais que se prendem à MAP-2 (uma proteína associada a microtúbulos), os pesquisadores puderam identificar inequivocamente as células transitórias e determinar três subpopulações que sintetizavam diferentes neuropeptídeos.

Finalmente, o microscópio eletrônico revelou a presença de sinapses (contatos especializados entre neurônios, que possibilitam a transmissão de informações) com características ultra-estruturais idênticas às das sinapses maduras.

Curiosamente, esses neurônios se localizam, no seu curto período de vida, em regiões do telencéfalo que, no animal adulto, dão lugar à substância branca, desprovida de neurônios. Qual então o papel dessa população transitória? Qual a razão de sua vida e morte?

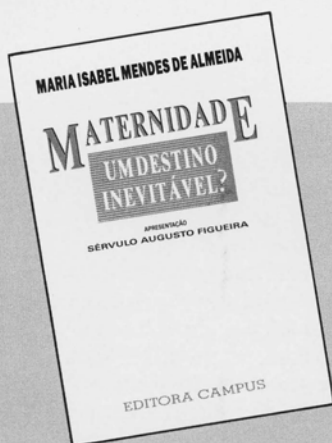
Durante o desenvolvimento, os aferentes corticais, axônios provenientes do tálamo ou de outras regiões do telencéfalo (como o outro hemisfério) atingem a profundidade do córtex, onde permanecem aguardando o momento adequado para invadir as camadas celulares recém-formadas. Uma hipótese plausível com relação

aos neurônios transitórios da subplaca seria a de que formariam circuitos temporários, que poderiam ter a função de secretar substâncias capazes de manter vivos os aferentes corticais durante o período de espera. Uma vez que a população de neurônios transitórios sintetiza pelo menos três tipos diferentes de neurotransmissores, seria interessante pensar nesses circuitos temporários como portadores de informações importantes para o estabelecimento de circuitos corticais definitivos.

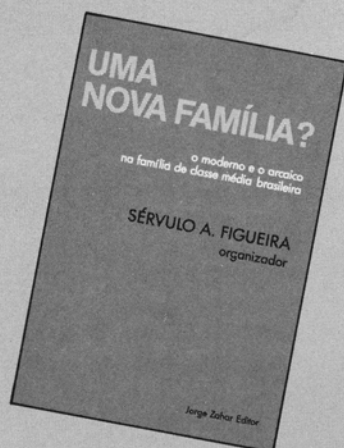
* *Nature*, vol. 235, n° 6.105 (1987)

Cláudio A. Serfaty

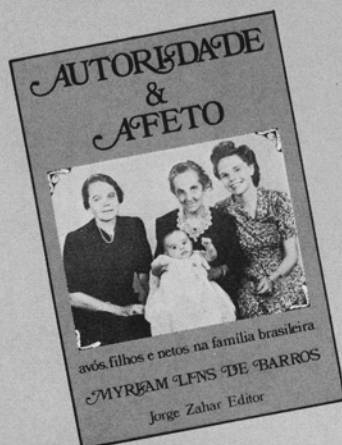
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Maternidade, um destino inevitável?, de Maria Isabel Mendes de Almeida. Rio de Janeiro, Campus, 1987, 131 p.



Uma nova família? O moderno e o arcaico na família de classe média brasileira, Sérgio Augusto Figueira (org.). Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1987, 112 p.



Autoridade e afeto. Avós, filhos e netos na família brasileira, de Myriam Lins de Barros. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1987, 152 p.

E A FAMÍLIA, COMO VAI?

Entre os muitos planos em que a modernidade brasileira se apresenta “confusa”, “contraditória”, “paradoxal” e que têm merecido o investimento regular de nossos estudiosos, a família aparece como particularmente desafiadora. Afinal de contas, todo o social passa literalmente por ela, e é nela ou através dela que todos os sujeitos têm suas identidades construídas, seus valores moldados, suas carreiras ou trajetórias ensaiadas. Não é à toa que todo o pensamento social brasileiro desde o século passado se articulou em boa parte em torno de tipologias ou programas para nossa família, e que, tanto para conservadores quanto para revolucionários, foi fundamental invocar ou denunciar essa instituição crucial.

A tendência atual dos estudos de família — na esteira da institucionalização e profissionalização das ciências sociais — é observar de perto modalidades específicas do fenômeno, aprofundar o conhecimento das características de que se reveste em tal ou qual contexto social, surpreender facetas insuspeitadas de sua prática ou desvelar o que subjaz aos valores que mais obviamente lhe atribuímos.

São exemplos dessa atividade (crescentemente prolífica) três livros recentes. Dois são edições de teses de pós-graduação em sociologia e antropologia social (respectivamente, Maria Isabel M. de Almeida e Myriam Lins de Barros). O outro é uma coletânea de artigos produzidos por psicólogos, antropólogos e sociólogos a partir de pesquisas específicas, organizada por Sérgio A. Figueira. Para além do fato de se dedicarem todos à família, une-os a escolha de sua manifestação nas classes ou segmentos médios do mundo urbano brasileiro — no caso, particularmente a zona Sul do Rio de Janeiro —, o que os torna peças de um mesmo campo de debates, quando não explicitamente interlocutores ou contêdores.

É significativo que boa parte do material das três obras já tivesse sido mencionado — na forma de versões prévias ou reduzidas — na revisão bibliográfica sobre família em camadas médias empreendida por Tania Salem em 1985: “Família em camadas médias: uma revisão da literatura recente” (*Bol. Mus. Nac.*, Nova Série — Antropologia, 54). Uma bibliografia de referência em boa parte comum e uma problemática teórica intensamente imbricada fazem desse conjunto de trabalhos uma es-

pécie de experiência em cadeia, capaz de permitir uma satisfação intelectual reduplicada a quem quer que venha a ter a satisfação de ler cada um deles.

Maria Isabel M. de Almeida dedicou-se a “comparar dois grupos de mulheres (mães e gestantes) pertencentes a duas gerações (décadas de 50 e 80), de modo a obter alguns indicadores sobre o processo de modernização da família e das subjetividades na sociedade brasileira” (p. 25).

Partindo de algumas categorias analíticas propostas por Sérgio A. Figueira, a autora apresenta belas etnografias das representações sobre família, gravidez e parto nos dois segmentos de mulheres citados e entre os profissionais comprometidos com as alternativas “modernas” para aquelas clássicas atividades. Um dos pontos mais estimulantes do livro é sem dúvida a análise do alternativismo (com suas ênfases valorativas no “naturismo”, na “totalização”, no “igualitarismo” e na “criatividade”) como um nódulo expressivo da ideologia da modernidade. Sua análise é frequentemente muito fina e oferece diversas hipóteses interessantes sobre as microarticulações estabelecidas nesse universo social entre modalidades “tradicionais” e “modernas” da construção das identidades.

Sérvulo Augusto Figueira organizou uma coletânea de artigos versando sobre: (a) as diferenças entre a “pedagogia tradicional” e a “pedagogia experimental” à luz da modernização da família (e do conflito, no seu exterior, entre diferentes concepções de disciplina e aprendizagem), estudadas por Ana Maria Nicolaci-da-Costa; (b) a relação orgânica entre nossas noções de rebeldia e uma certa concepção de família (além da positividade dessa rebeldia), através do estudo, feito por Fernanda Moura, do caso dos grafiteiros; (c) o fenômeno da “mãe solteira”, expressivo da complexa articulação entre valores tradicionais e modernos no interior das famílias contemporâneas, pesquisado por Tania Dauster; (d) os dilemas da família brasileira, tal como expressos na obra de Nelson Rodrigues, analisada por Maria José Carneiro, e (e) os mecanismos familiares envolvidos no processo de resolução de conflitos entre o tradicional e o moderno a partir de textos produzidos por “conselheiras” de revistas femininas, estudados por Tania Coelho dos Santos. Há aí ainda um artigo de Maria Isabel M. de Almeida, precursor do livro agora publicado.

O organizador produziu ainda um artigo mais teórico, intitulado “O moderno e o arcaico na nova família brasileira: notas sobre a dimensão invisível da mudança social”, que encabeça a coletânea. É um texto sucinto e muito expressivo do pensamento de Sérvulo Figueira, resumindo algumas de suas fecundas propostas analíticas sobre a questão da subjetividade no contexto da mudança, da modernização. Sua ênfase no que vem chamando de “sociologicamente invisível” permite perceber sob uma luz renovada questões como a da “psicanalização” das camadas médias intelectualizadas brasileiras ou a da generalizada “desdiferenciação” implicada na modernidade (fenômeno mais conhecido na literatura como “igualitarização” ou “equalização”).

Myriam Lins de Barros se propõe “analisar a família de camadas médias urbanas no Brasil a partir da perspectiva dos avós” (p. 9). Seu trabalho se desenvolveu explicitamente como parte de um amplo projeto de pesquisa, desenvolvido no Museu Nacional sob a direção de Gilberto Velho, sobre a família no meio urbano brasileiro. A autora apresenta uma análise antropológica muito sensível do “ser avô” e ângulos inesperados da família que essa perspectiva revela. Não é dos menores méritos desse trabalho o assumir a posição de informantes que se colocam, em princípio, no pólo oposto da modernidade e cujas vozes permanecem, portanto, sociologicamente opa-

cas — apesar de nos terem sido quase sempre tão caras; vozes, imagens, memórias indefinidamente ativas.

Dois pontos fundamentais perpassam a análise do livro: o primeiro é a espessura temporal dos “avós”, eixo de uma experiência de pelo menos cinco gerações, que se refratam, duas para frente, duas para trás, numa singular organização da memória; o segundo é o da análise estrutural do sistema de atitudes implicado na alternância de gerações. A “autoridade” e o “afeto” do título do livro referem-se justamente à associação regular entre a primeira e a geração paterna e entre a segunda e a geração avuncular, reencenando uma das mais clássicas questões da etnologia, motivo de uma reflexão original de Radcliffe-Brown.

Diversas questões amarram entre si esses diferentes livros. É claro que “mudança” e “modernidade” são seu desafio mais grave. Como se dão esses processos em relação à tradição, à permanência, particularmente no inquietante caso do Brasil? Que recursos teóricos são hoje mais heurísticos para dissecar tais fenômenos? Que recortes metodológicos podem ser mais propícios ao avanço da pesquisa nessa área?

Como se poderá ver, circulam por essas obras influências teóricas múltiplas, articuladas por estilos de trabalho muito díspares. Como ressalta, porém, Tania Salem, no artigo citado, eles participam de um movimento mais amplo que privilegia as

“fronteiras simbólicas” na demarcação de suas unidades de análise (contra as fronteiras sociológicas *hard*). Partem da constatação inevitável da multiplicidade de códigos culturais no meio urbano moderno (e dos desafios que isso apresenta para a compreensão antropológica) e incorporam de alguma maneira a teoria da hierarquia e do individualismo à tentativa de superação dos velhos esquemas disponíveis para a análise e interpretação do que ainda temos que chamar, impressionisticamente, de dilema “tradicional *versus* moderno”.

Um outro plano em que esses trabalhos são expressivos de uma boa tendência das ciências humanas contemporâneas é a considerável diluição da fronteira estanque entre fenômenos “sociológicos” ou “culturais” e fenômenos “psicológicos” ou “mentais”. Embora permaneçam, e devam possivelmente permanecer, diferenças fundamentais de instrumental e de “visão de mundo” entre a psicanálise, a antropologia social e a sociologia, parece se tornar cada vez mais claro que elas não se distinguem por objetos dados *a priori*, mas pela maneira como constroem seus “objetos” a partir de um mesmo referencial empírico: a coisa humana. Interações sutis — como as destes trabalhos — serão sempre e cada vez mais bem-vindas.

Luiz Fernando D. Duarte

Museu Nacional,
Universidade Federal do Rio de Janeiro



NA ESTANTE

• A editora Hucitec lançou ano passado *Drogas, conceitos sem preconceitos*, da psicóloga Maria Teresa Araújo Silva. Esta pequena obra (93 páginas), trata do mecanismo de ação dos vários grupos de drogas psicoativas (barbitúricos, tranqüilizantes, estimulantes, antidepressivos, antipsicóticos, alucinógenos e opiáceos). O assunto é complexo e, em geral, pouco acessível ao leitor não especializado. A autora pondera, cautelosamente, que grande parte do que se sabe em nossos dias sobre drogas psicotrópicas pode vir a se tornar rapidamente obsoleto no que tange à aplicação clínica e ao uso social, dada a velocidade com que a indústria farmacológica e sua implementação industrial se desenvolvem. Mas o trabalho não é apenas descritivo: mostra como os farmacólogos estão empe-

nhados em desenvolver novos medicamentos e entender como as velhas drogas atuam. A idéia básica — a de que os psicotrópicos interferem na comunicação bioquímica entre as células do sistema nervoso central — vai certamente permanecer. E está bem discutida no texto.

• A *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs), traz em seu último número (vol. 2, n.º 4, junho de 1987) artigos de Jeffrey C. Alexander, Simon Schwartzman, Elisa Reis, Carlos Nelson Coutinho, Bolívar Lamounier, Luciano Martins e Claudia Fonseca. Em “O novo movimento teórico”, Alexander aborda a permanente “crise de paradigma” nas ciências sociais. Para o autor, o novo movimento teórico na sociologia procura integrar os pólos até então em oposição, sendo que a chave dessa integração está no conceito de cultura. O ensaio suscitou os comentários de Schwartzman, Reis

e Coutinho, reproduzidos na revista. O artigo de Lamounier, “Perspectivas da consolidação democrática: o caso brasileiro”, busca reavaliar o peso do componente institucional na formação política brasileira, que, de acordo com o autor, tem sido constantemente subestimado. Luciano Martins, em “A gênese de uma *intelligentsia* — os intelectuais e a política no Brasil, 1920 a 1940”, considera a ambigüidade da posição dos membros dessa *intelligentsia* em relação à sociedade; esforços seus para criar um “campo cultural” autônomo; e as razões do fracasso desses esforços e a tutela que o Estado acaba impondo sobre a *intelligentsia* surgida nos anos 20. No estudo “Aliados e rivais na família: o conflito entre consanguíneos e afins em uma vila porto-alegrense”, Claudia Fonseca sugere novas perspectivas sobre o relacionamento homem/mulher no sistema familiar, ao focar consanguinidade em vez de conjugalidade. A publicação da Anpocs é quadrimestral.

APENAS QUATRO PREMIADOS.



MAS A HOMENAGEM É PARA TODA A INTELIGÊNCIA BRASILEIRA.

XXXII PRÊMIO MOINHO SANTISTA

PROF. JOSÉ ELLIS RIPPER FILHO
Universidade Estadual de Campinas

PROF. WALTER BORZANI
Universidade de São Paulo

VIII PRÊMIO MOINHO SANTISTA JUVENTUDE

ENG.º ELISEU LUCENA NETO
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

ENG.º EDUARDO ROTTMANN
Universidade de São Paulo

Estas são as personalidades laureadas com o Prêmio Moinho Santista, instituído em 1955. Um prêmio que visa incentivar o desenvolvimento das Ciências, Letras e Artes do país.

Este ano, destinado às Ciências Exatas e Tecnológicas, nos ramos de Engenharia Eletrônica e Química Tecnológica. O Prêmio Moinho Santista Juventude coube à Engenharia Civil e Geotecnologia.

Mais uma vez a Fundação Moinho Santista cumpre o seu papel de estimular e prestigiar o desenvolvimento dos talentos nacionais.

Novamente a Santista está presente onde existe o futuro.



Isaías Raw

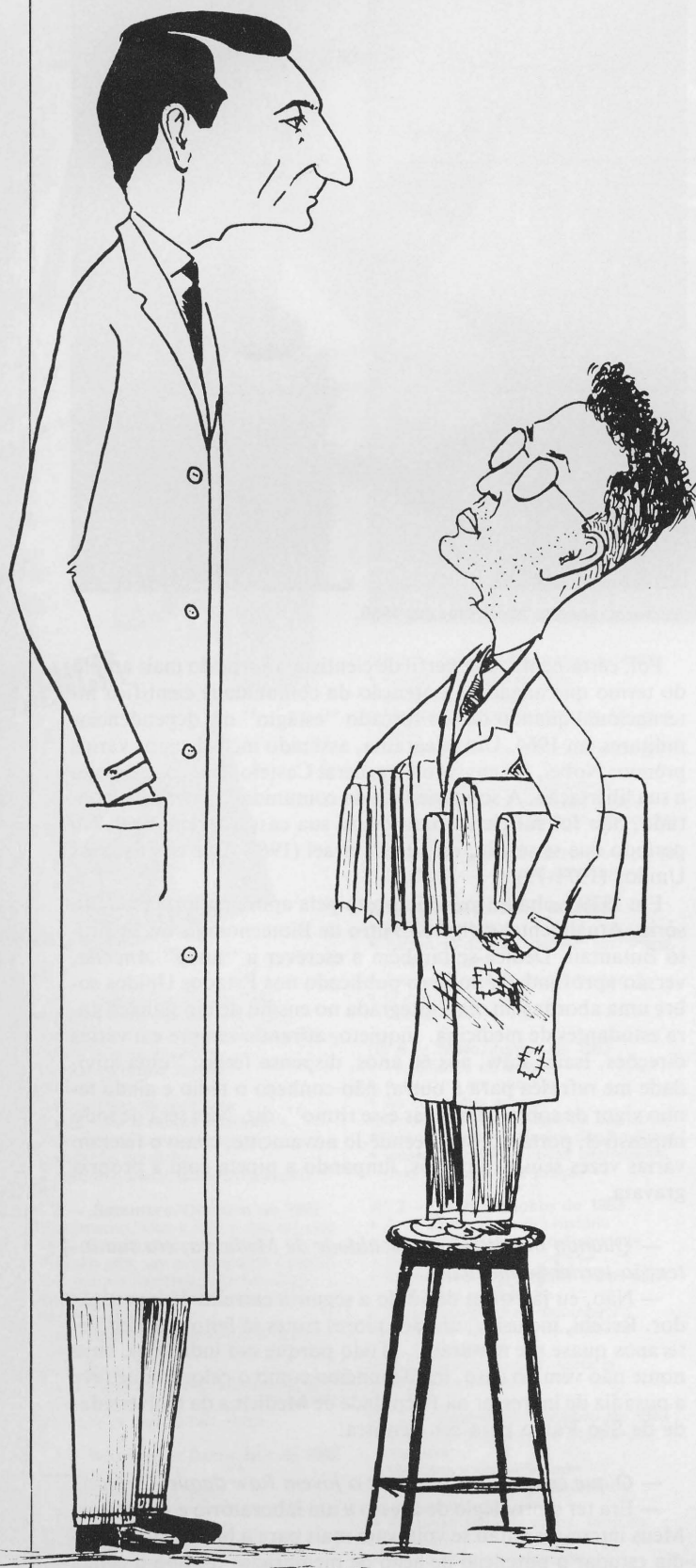
CIENTISTA E HOMEM DE AÇÃO

Entrevista concedida a Ângelo Geraldo Gambarini
e Francisco Gorgônio da Nóbrega
(Depto. de Bioquímica, Universidade de São Paulo)

A imagem recorrente do pesquisador enclausurado em sua torre é, entre todas, a que menos se aplica a Isaías Raw. Cientista de valor reconhecido internacionalmente, Isaías, no entanto, jamais se furtou a uma visão mais abrangente da atividade científica. Pode-se dizer que, nele, as duas vocações manifestaram-se quase simultaneamente — a do cientista e a do homem de ação, empenhado em formular idéias e propostas capazes de solucionar ou, ao menos, minorar as dificuldades impostas ao desenvolvimento da ciência no Brasil.

No laboratório, Isaías pautou-se sempre por dar máxima autonomia a seus colaboradores. Fora, não media esforços para fazer valer suas sugestões. Passou muito tempo à porta dos ministérios, mas, como enfatiza, nunca para pedir cargos ou por ambição de poder. Hoje, sem falsa modéstia, reconhece o sucesso obtido nos dois campos. A explicação é simples: “tive tanto sucesso em implementar minhas propostas porque sempre me ofereci para realizá-las, eu mesmo assumia e iniciava, não passava tarefa para ninguém”.

Isaías Raw e o professor Veiga Salles, a quem substituiu na cátedra. Caricatura de José Fémer, seu colega no curso de Medicina, hoje diretor do Hospital Albert Einstein.



Ao entrar em 1945 para a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo — estado onde nasceu, em 1927 — Isaías já tinha planos de seguir uma carreira de pesquisador. Escolheu a Casa de Arnaldo — como é conhecida a faculdade, graças a um de seus precursores, Arnaldo Vieira de Carvalho — por seu prestígio. O interesse pela bioquímica levou-o ao Departamento de Química Fisiológica, e já aí teve despertado o seu talento de reformador do ensino. Na época, a pesquisa no departamento não passava de um sonho de alguns de seus associados. Isaías foi um dos principais responsáveis por torná-lo real. Conseguiu um aparelho de Warburg e também um espectrofotômetro. Introduziu no currículo a biofísica, além de tópicos modernos de bioquímica.

No segundo ano do curso de Medicina, já dava aulas. Seduziu-o o ofício de professor. “Por pouco”, escreveu em artigo de 1984 para *Ciência e Cultura*, “não fui engolido pela atividade didática, falando com entusiasmo, como muitos outros faziam, sobre pesquisas feitas por pesquisadores em países mais avançados”. Falou mais alto a necessidade de partir para suas próprias investigações.

Começou a pesquisar a ação da insulina sobre a mitocôndria isolada, usando como substrato piruvato e dióxido de carbono, e verificou que a insulina estimulava a oxidação. Os resultados foram apresentados na reunião da SBPC e, nesse momento, Isaías aprendeu (lição básica, porém nem sempre muito fácil) a enfrentar críticas. “As cabidas e as descabidas”, como ele diz. Deslocouse, em seguida, para o tema correlato da fosforilação oxidativa. Por sugestão de Carlos Chagas, a quem visitava freqüentemente em busca de estímulos, pediu e obteve uma bolsa do recém-instituído CNPq, partindo para o laboratório de Severo Ochoa em Nova Iorque, onde aprendeu a isolar enzimas. Como Ochoa e outros associados, isolou e cristalizou a crotonase, uma das mais ativas enzimas do metabolismo.

De volta ao Brasil, retornou ao tema da fosforilação oxidativa. No prosseguimento de suas pesquisas, ao longo de dois anos, chegou a soluções (publicadas no então prestigioso *Journal of the American Chemical Society*) que anteciparam em meses as de Lehninger, um dos papas da área, com quem mantinha correspondência regular. Conta Francisco Nóbrega, discípulo e um dos autores desta entrevista: “Naqueles tempos heróicos, Isaías foi o primeiro a subfracionar a mitocôndria, obtendo partículas capazes de fosforilação oxidativa. Utilizando esses dados, Lehninger aprofundou a investigação e descobriu montes de coisas importantes”.

Outras empreitadas relevantes foram o estudo do metabolismo de carboidratos em *Trypanosoma cruzi* e a participação nas primeiras pesquisas sobre a purificação, caracterização e função do citocromo b5 mitocondrial e do microsomo. Isaías nunca perdeu a fascinação pelo trabalho de laboratório. Mas o seu currículo não se completa sem a citação de sua liderança nas questões do ensino de ciências no país.

Constituiu e chefiou a partir de 1954 o grupo de pesquisadores do então Departamento de Química Fisiológica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Teve participação decisiva na criação do Curso Experimental de Medicina da mesma universidade, criou a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec), dirigiu a Editora da Universidade de Brasília e o Centro de Seleção de Candidatos às Escolas Médicas e Biológicas de São Paulo (Cescem), implantou o Sistema de Armazenamento e Distribuição de Insumos (Sardi) — para citar apenas algumas de suas atuações na área institucional.



Ao formar-se em Medicina, em 1950.

Foi, certamente, este perfil de cientista no sentido mais amplo do termo que angariou a atenção da comunidade científica internacional quando de seu forçado “estágio” em dependências militares em 1964. Um telegrama, assinado inclusive por vários prêmios Nobel, foi enviado ao general Castelo Branco, exigindo a sua libertação. A solidariedade da comunidade científica, contudo, não foi suficiente para evitar sua cassação em 1969. No período que se seguiu, esteve em Israel (1969-70) e nos Estados Unidos (1971-79).

Em 1979, volta do exílio imposto pela aposentadoria compulsória. Atualmente, dirige o Centro de Biotecnologia do Instituto Butantan. Dedica-se também a escrever a “nova” *Anemia*, versão aprofundada do livro publicado nos Estados Unidos sobre uma abordagem mais integrada no ensino de bioquímica para estudantes de medicina. Inquieto, atirando sempre em várias direções, Isaías Raw, aos 60 anos, dispensa férias: “uma atividade me refresca para a outra; não conheço o tédio e ainda tenho vigor de sobra para levar esse ritmo”, diz. Não será de todo impossível, portanto, surpreendê-lo novamente, como o fizeram várias vezes seus associados, limpando a pipeta com a própria gravata.

— Quando ingressou na Faculdade de Medicina, era sua intenção tornar-se médico?

— Não, eu já estava decidido a seguir a carreira de investigador. Recebi, inclusive, um dos piores trotes já feitos, alguns veteranos quase me mataram... Tudo porque um indivíduo, cujo nome não vem ao caso, me denunciou como o calouro que teve a ousadia de ingressar na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para ser cientista!

— O que era ser cientista para o jovem Raw daquele tempo?

— Era ter o privilégio de acesso a um laboratório e investigar. Meus interesses então se voltavam mais para a biofísica: pretendia estudar o potencial de ação de membranas usando a célula

enorme da alga *Nitella* como material experimental. Na verdade, nunca pude atacar estes projetos que foram tema de pesquisas de outros cientistas. Já no segundo ano do curso médico, dava aulas no Departamento de Química Fisiológica. Iniciei o ensino de biofísica na Faculdade de Medicina lecionando, por exemplo, sobre a ação biológica das radiações e seu efeito genético. Preocupe-me em atrair jovens apropriadamente motivados para constituir uma equipe de trabalho. Ainda hoje creio que a idade mais fértil está entre os 16 e 18 anos. Aí se deve inocular a atitude científica e os fatos da ciência nos jovens cérebros, começando desde então a delinear as fronteiras do conhecimento.

— *Mas, nesta idade, os jovens ainda não estão na universidade!*

— Daí meu interesse pelo secundário. Meu objetivo, então, não estava voltado para melhorias na educação de massa. Eu pretendia criar condições para estimular uma elite de estudantes. Continuo acreditando que é perfeitamente legítimo reconhecer e desenvolver uma elite no país, dando condições em função do potencial e competência de cada um, e não, obviamente, em função do poder econômico das pessoas. Na Faculdade de Medicina, o ambiente selecionava muita gente boa e isso era um começo. Os primeiros seminários de assistentes voltados para pesquisa foram iniciados por mim, quando ainda estudante. Eram fundamentalmente de revisão e congregavam principalmente o pessoal de ciências básicas, embora abertos a todos. Acostumei-me a este tipo de atividade multifacetada que, verifiquei, só podia exercer no meu país.

— *O que caracteriza, na sua opinião, o trabalho do cientista?*

— Há uma visão clássica do cientista que uniformiza artificialmente o seu perfil: aquele indivíduo que se encontra encerrado numa torre de marfim, aprofundando-se no seu tema de estudos. Este cientista clássico merece todo o nosso respeito e o país precisa de muitos assim. Por temperamento, porém, nunca vivi este ideal. Sempre fui muito sensível à pobreza de recursos para a formação e institucionalização da atividade científica no país e desde cedo o meu laboratório esteve aberto para todos estes problemas. A atividade científica propriamente dita é excludente e poderia ser caricaturada como o ato de cavar um poço, com aprofundamento contínuo em determinado assunto. Os gênios cavam poços sobre veios ricos e desconhecidos, vindo a receber eventualmente um prêmio Nobel. Um bom número se enterra no próprio poço que cavou e, embora úteis ao desenvolvimento da ciência, freqüentemente perdem a visão mais ampla das circunstâncias.

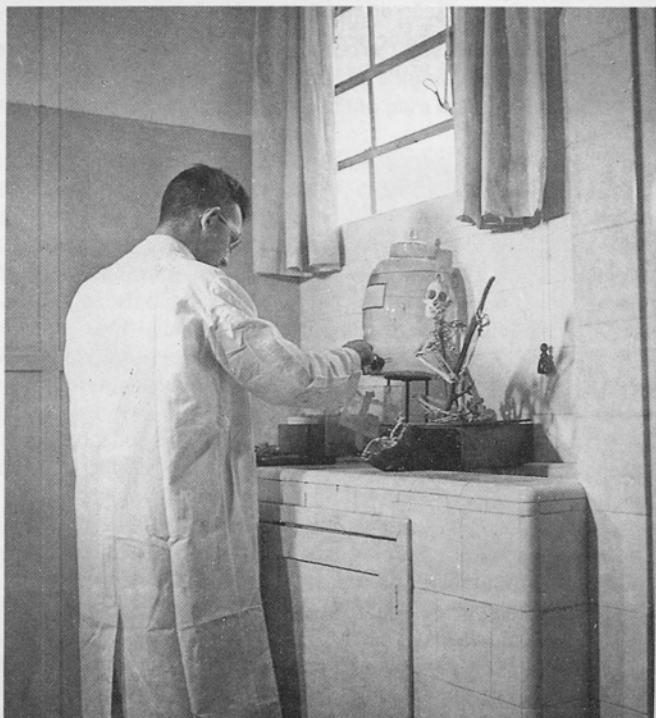
— *Como se constituiu o seu grupo de pesquisa na USP?*

— Naquele tempo, a atividade científica nos departamentos de ciências básicas da Faculdade de Medicina era próxima de zero, com exceção da parasitologia, fisiologia e da histologia, que começavam. O ambiente original era povoado de excelentes professores, mas que absolutamente não criavam ciência. A chefia do professor Jaime Cavalcanti — idealizador e primeiro presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) — foi providencial. Ele apoiava, de forma tácita, o meu interesse pela bioquímica e me deu total liberdade. Na ocasião, o prestígio da bioquímica já era muito grande, pois esta ciência arrebatava a maioria dos prêmios Nobel. Creio que isso contribuiu para atrair estudantes talentosos da Faculdade de Medicina, que seguramente representava uma reserva de alunos com formação superior na área biológica.

Comecei, então, com um punhado de jovens entusiastas e com algumas idéias, isto é, problemas em aberto, perguntas ainda sem resposta. Não se fez um planejamento específico, embora pudessemos imaginar, hoje, ter havido uma espécie de programação consciente. Naquele tempo, diria que a bioquímica era mais circunscrita, era mais fácil propor projetos de investigação em áreas diferentes. Desta maneira, começamos a desenvolver linhas de investigação com enzimologia, lipídeos de bactéria, mecanismo da oxidação fosforilativa, síntese protéica tanto no citoplasma como na mitocôndria, purificação e estrutura comparada de proteínas do microsoma e bioquímica da analgesia congênita, entre outras.

Minha atuação se pautava pela grande autonomia que exigia dos colaboradores. Naturalmente, alguns projetos pouco ou nada progrediram e alguns associados abandonaram a pesquisa. Um bom número, porém, se desenvolveu e hoje a competência de meus antigos estudantes e associados pode ser facilmente avaliada, assim como o seu envolvimento com os problemas do gerenciamento e desenvolvimento das ciências no país. Abriu-se, assim, um leque de projetos que deram certo e formam o cadinho de formação de alguns excelentes pesquisadores. Algumas vezes, os assuntos acabaram também convergindo inesperadamente.

Ainda conservo esta curiosidade que me leva a ler muitos assuntos e me interessar por aspectos distintos da bioquímica. Outras atividades, como escrever um livro e dar aulas, também estimulam a faculdade de enxergar relações onde outros pesquisadores não vêem nada, e isto pode levar a idéias importantes. Não que eu esteja recomendando esta atitude: ela, como outras, repousa numa disposição e mesmo vocação inerente. É certo que, de maneira geral, se todos os meus orientados viessem a trabalhar em conjunto em assunto restrito, o meu currículo se beneficiaria particularmente, talvez em detrimento do desenvolvimento de cada um, mas isso é quase impossível de se prever. ►



Em 1945, Colégio Anglo-Latino. Já decidido pela carreira de investigador.

— Como seria, segundo sua concepção, a organização de um grande departamento?

— Em primeiro lugar, é necessário reconhecer que um departamento não vai nem deve ser completamente uniforme. É preciso que a maioria se dedique intensamente à sua pesquisa, assim como é de se esperar que alguns vão se dedicar, de preferência, ao ensino. Acho também conveniente que a adoção do modelo meritocrático americano não vá muito longe. É importante que indivíduos capazes de ter idéias de qualidade tenham o seu lugar, mesmo que, quantitativamente, sua produção seja pequena. Eu, por sinal, só recentemente me libertei de um complexo de inferioridade por acreditar que as minhas idéias em pesquisa vinham todas do tempo dos meus 20 e poucos anos. Sei hoje que conservo este potencial. Aliás, aí reside a maior diferença entre os lugares onde há grande densidade científica e países, como o Brasil, onde a baixa densidade obriga cada um a criar a sua própria idéia. No *Federation Meeting*, nos Estados Unidos, há centenas de idéias flutuando, qualquer uma delas representando um tema geralmente digno. No Brasil, não há idéias flutuando.

— Nos Estados Unidos, além do maior acesso à informação, há facilidade de recursos materiais. Como equacionar o problema aqui?

— O problema dos recursos é sério. Quando eu estava no departamento, todas as Spincos e centrífugas estavam juntas. Agora, cada um pretende ter a sua Spinco! Creio que esta riqueza que existe hoje no Instituto de Química é inviável no Brasil como um todo. Esta tentativa de contemplar todo e qualquer centro emergente com uma Spinco, um cintilador e mais 40 cachorros equivale a realizar o desejo de que cada pulga obtenha o seu cachorro...

Aqui, no Butantan, estamos seriamente empenhados em viabilizar a criação de uma carreira de técnico de nível superior, que seria responsável seja por um conjunto de aparelhos de uso comum, seja pela operação de equipamentos que permitam procedimentos como a síntese de peptídeos, a análise de aminoácidos, o sequenciamento de proteínas ou de DNA e a síntese de oligonucleotídeos.



Pouco antes de ser cassado pela ditadura, em 1969.

— O governo sabe o que é a universidade? Por outro lado, será que a universidade sabe qual é o seu papel?

— Eu não acredito que o bom funcionamento da universidade dependa de comissões, congregações ou assembléias. Acredito muito mais no papel catalisador e dinamizador de indivíduos que sentem a necessidade de imprimir um novo curso às ações. Estes indivíduos sacrificam objetivos mais restritos de atuação e fazem avançar idéias ou iniciativas, ou mesmo metem o nariz onde não foram chamados, como eu faço constantemente. E porquê? Porque estão convencidos da utilidade de uma dada maneira de atuação.

Quanto ao governo, não podemos esperar que burocratas ou, talvez pior, políticos profissionais saibam como deve funcionar a universidade. É nosso dever vender-lhes uma idéia definida, convencê-los sobre um aspecto específico. Veja o caso da Central de Drogas, hoje o Sardi (Sistema de Armazenamento e Distribuição de Insumos), que com apoio da Finep e do CNPq importa e armazena reagentes e enzimas sofisticadas para pesquisas no país. Desde 1962, eu pensava nesta possibilidade para a Universidade de Brasília. As idéias novas precisam, é claro, obter a aprovação de um segmento significativo da comunidade, mas o poder político que as lança não é político-partidário; porém, sim, do prestígio de certos líderes.

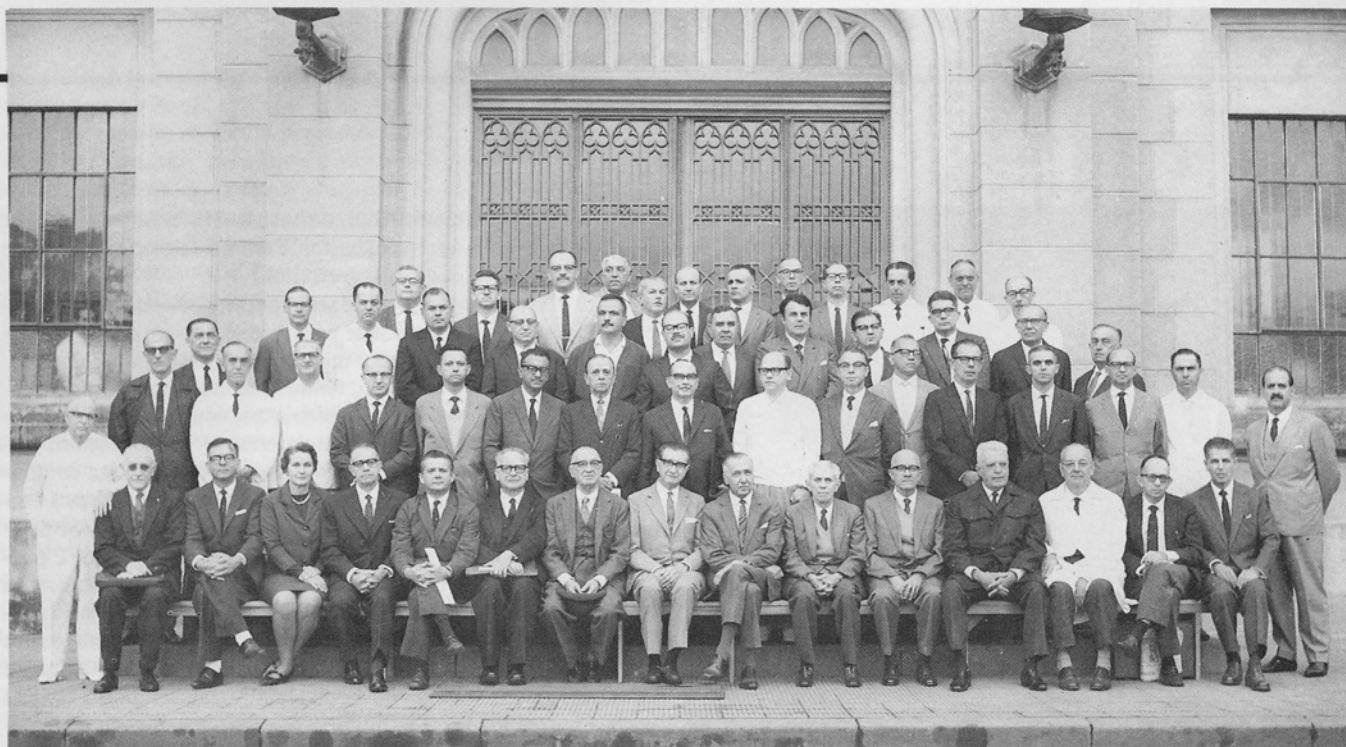
Esta minha visão dos processos de transformação na universidade não é teórica — decorre da minha prática de anos. O elemento ético entra aqui com minha recusa de aceitar o poder pelo poder. Aqueles que assim fazem continuam estereis. Um indivíduo, no meu entender, procura um determinado espaço para realizar uma idéia, para poder servir, dentro da sua visão. Creio que tive tanto sucesso em implementar minhas propostas porque sempre me ofereci para realizá-las, não passava tarefa para ninguém, assumia e iniciava. Como no caso da Editora da USP. Depois de algum tempo, já sentia que a coisa andava sozinha, podia partir para outra. Mas sempre havia aí um sacrifício do laboratório e do departamento pelo tempo dedicado alhures.

— Como foi a sua atividade no exterior após a sua aposentadoria compulsória, em 1969?

— Quando tive que abandonar o país, achei que a atividade como pesquisador estava terminada para mim por falta de condições de competitividade. O ambiente lá (nos Estados Unidos), de competitividade exacerbada, havia piorado bastante com relação aos anos 50. Lá se corre muito para ficar no mesmo lugar. Você é usado, abusado e jogado fora sistematicamente. Sempre há um jovem, sem filhos, que aceita trabalhar 18 horas por dia, não questiona o chefe e ganha metade do salário. Se eu tivesse retornado aos EUA em 1964, provavelmente ficaria por lá. Mas a minha atividade no Brasil, nos cinco anos subseqüentes, transformou demais minha experiência, fazendo uma diferença monumental. Havia me envolvido com atividades de tal ordem que já não era possível apresentar-me como candidato a um cargo de instrutor.

— O que o marcou tanto nestes primeiros cinco anos pós-1964?

— Não foi bem uma questão de idade, embora eu esteja certo de que envelheci demais nesse período. O curioso foi que, apesar da perseguição e do clima decorrentes da Revolução de 64, estes foram os meus anos mais produtivos. Nunca pedi cargos, mas costumava ir quase quinzenalmente ao Ministério da Educação para sugerir isso e aquilo. Se aceitavam, eu me punha a caminho, utilizando a Funbec, que eu criara. Na essência, é co-



Catedráticos da Faculdade de Medicina da USP, 1965. Raw, na fila de baixo, é o segundo à direita.

mo quando um de nós vai hoje à Fapesp com um projeto de pesquisa e propõe que o apóiem para que o estudo seja executado.

Muitas vezes, à força de persistência, voltava ao MEC e me surpreendia com o diretor apresentando-me uma “nova” idéia: a mesma que há meses tentava passar-lhe sem sucesso! O meu nome estava vetado para a Secretaria de Educação, mas, mesmo assim, os vários projetos estavam andando depressa, talvez até demais. Eu tinha nas mãos um poder que pouca gente tinha: era diretor da Editora da Universidade de Brasília, diretor da Funbec, diretor do Cescem. Aliás, este último cargo representava um poder extraordinário e creio que por isso o Cescem foi esfacelado. Foi esta a razão do fim do vestibular unificado: o poder que concentrava. Isso sem falar no dinheiro. No meu tempo, não dava dinheiro, era proibido que o diretor ganhasse.

Além de chefe do Departamento de Bioquímica, também era o diretor de fato do Curso Experimental da Faculdade de Medicina. O poder de que falo era o de servir, pois nunca aceitei pressões de qualquer pessoa que ousasse dizer que pretendia ter o filho na Medicina! A resposta era: que passe no vestibular! Toda a verba do Curso Experimental era controlada por mim e me envolvi bastante com a Secretaria da Educação, trabalhando, por exemplo, no exame de admissão. Fiz muita coisa fora do laboratório nesse período e o poder que tinha foi consequência do meu próprio esforço. Apesar de ser uma figura exótica a rondar os ministérios, assumindo encargos e iniciativas, tive muito sucesso. Hoje, já conquistei um certo *status* e tenho alguma possibilidade de ser ouvido por um ministro de Estado. Por outro lado, o meu modo de funcionar no laboratório promoveu a independência dos meus colaboradores, que sabiam o que fazer no dia-a-dia, pois os encontros comigo eram relativamente esparsos.

— *Você ainda segue hoje esta tendência de dedicar 75% do tempo ao fomento da ciência e 25% ao laboratório?*

— Veja bem, eu entro num lugar como o Butantan e descubro inúmeros problemas. Então, eu me fecho no laboratório e vou fazer bioquímica? Não. Em primeiro lugar, abandonei a bioquímica como ciência pura e embarquei na biotecnologia. Hoje, posso dar-me ao luxo de pensar menos em publicar *papers* e mais em desenvolver esta área. No Brasil, a ignorância em biotecnologia

ainda é grande — mesmo que eu tenha um quinto de olho, é melhor do que nenhum. Além disso, chegando ao Butantan com a intenção de produzir enzimas, descobri que a produção do soro não estava funcionando. Resultado: deixei de lado as enzimas. E, ao abordar o problema do soro, verifica-se que não basta resolver apenas as questões de tecnologia, há estrangulamentos de ordem burocrática que têm que ser resolvidos.

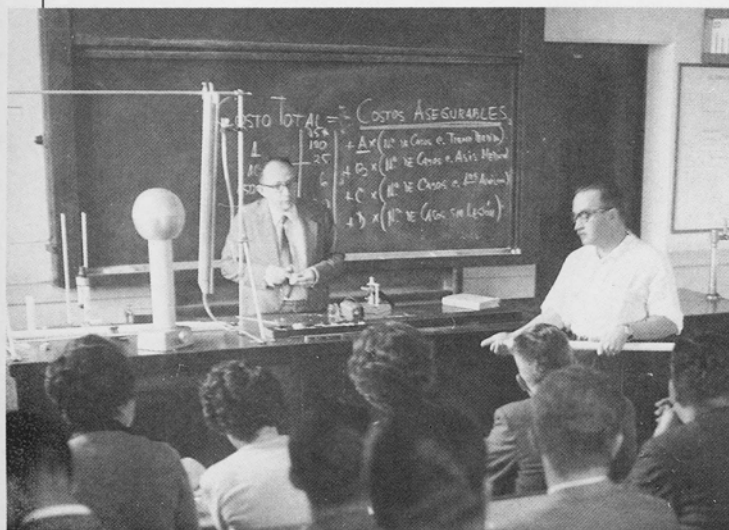
— *Porque você optou pelo Butantan em detrimento da universidade?*

— Uma das primeiras razões foi o salário. Digo isto logo de início para acabar com o mito de que este ponto deva ser secundário. A universidade me oferecia continuar com meu salário de aposentado. Estando fora, recebo o segundo salário, o que não poderia obter ficando na universidade, pois não iria contornar o problema burlando o regime de tempo integral e dedicação exclusiva.

O outro aspecto relevante foi a minha experiência com a Funbec, que me fez duvidar da maioria das tentativas de desenvolver tecnologia dentro da universidade. Frequentemente, na universidade, se desenvolve tecnologia no abstrato. Como aquele projeto em que um professor universitário relata o desenvolvimento de uma máquina para selar lâminas de plástico, quando em qualquer loja encontramos seladoras comerciais! O que de valioso aprendi na Funbec foi tentar fabricar o produto final, porque aí você se estrega, vai ter que refazer e ajustar, aprendendo assim o que é importante. No Butantan, temos uma oportunidade excepcional para desenvolver reagentes imunobiológicos com recursos ausentes na universidade.

— *Como você vê a interação entre a comunidade universitária e a indústria?*

— Creio que uma das maneiras mais efetivas de utilizar o potencial dos laboratórios de ciência básica é permitir que indivíduos da indústria desenvolvam projetos nos laboratórios da universidade, naturalmente com a indústria cobrindo todos os custos relevantes. Em Israel, a indústria aluga a preços altos laboratórios do Instituto Weismann e convive com os pesquisadores no dia-a-dia, obtendo alto rendimento. Resta saber se esta fór-



Com Rômulo Pieroni, no Chile, à frente de um curso sobre equipamentos para o ensino de ciências.

mula será um dia utilizada no Brasil, pois há ajustes a fazer e iniciativas a tomar, tanto pela indústria como pela comunidade universitária.

No caso da interação entre USP e Butantan, por exemplo, uma possibilidade é a criação de projetos-piloto, ou seja, projetos em caráter de teste feitos em escala pequena mas industrial. Toda a USP quer fazer anticorpos monoclonais, mas é impossível manter milhares de camundongos para tirar um pouquinho de soro de cada um. O que a USP deve fazer é o hibridoma (o processo de desenvolvimento da célula híbrida, responsável pela obtenção dos monoclonais). O Butantan pode transformar os hibridomas em produtos comerciais. É bobagem brincar de monoclonais sem encarar seriamente a capacidade da Johnson & Johnson ou da Genentech.

Penso que a universidade tem que levar ao aluno os conhecimentos básicos, o resto ele vai aprender na indústria mesmo. Há uma visão de treinamento para a vida prática que, por ser desvinculada da realidade, está geralmente defasada no tempo e só leva ao desperdício. Em certa época, a Escola de Agricultura Luiz de Queirós pretendia comprar uma fábrica de açúcar para treinar seus estudantes — uma usina que já era obsoleta! A Farmácia está cheia de máquinas de fazer pílulas do século passado! Isso não é tecnologia.

Para avançar na área tecnológica, precisamos colocar os estudantes em contato com a área de produção, seja aqui no Butantan, seja na indústria química, mecânica ou eletrônica. Para criar cientistas, temos que expor precocemente nossos alunos de universidade ao ambiente do laboratório. Ciência é um artesanato que se aprende fazendo e pensando simultaneamente, não dá para ensinar apenas em cursos.

— *Isaías, qual a importância de ir para o exterior para um jovem cientista?*

— No meu tempo, não havia ninguém capaz de responder a qualquer pergunta em bioquímica — a uma questão experimental, digo — visando a uma abordagem prática de um problema. Até para instalar o equipamento, se você não arregaçasse as mangas e fosse capaz de decifrar o manual, ficaria sem poder utilizá-lo, pois nem as firmas importadoras estavam em condições de

entender o que vendiam. Hoje, a situação é diferente e creio que um jovem já pode aprender bastante em nossos laboratórios de pesquisa antes de sair para o exterior.

Creio que uma saída precoce será contraproducente, pois é necessária uma certa maturidade para que se possam aproveitar as oportunidades oferecidas por um centro de pesquisas avançado. Pensando no futuro próximo, tenho uma inquietação importante: a associação universidade/indústria está muito adiantada tanto nos Estados Unidos como na Inglaterra. O Public Health Research Institute da cidade de Nova Iorque formou uma companhia e não se dialoga mais com o instituto, mas sim com a empresa. Entra-se lá com um crachá de visitante e se você for pego fora do andar predeterminado, os seguranças te agarram. É possível imaginar que um brasileiro, mesmo com bolsa daqui, terá dificuldades no futuro para trabalhar em Cambridge, pois o laboratório envolvido pode estar clonando um gene importante para a Imperial Chemical Industries e esta pode negar a autorização com medo de que haja roubo de tecnologia. A ligação estreita entre a universidade e a indústria vai fechar-nos as portas de muitos laboratórios. Também vejo um risco de certos países, como a Inglaterra, decaírem cientificamente, pois há excesso de envolvimento na pesquisa aplicada sem a correspondente contrapartida na ciência pura, o que equivale a uma destruição da própria galinha dos ovos de ouro.

Portanto, para que um incremento substancial no número de bolsas para o exterior dê resultados, seria necessário injetar durante alguns anos recursos nos laboratórios competentes do país, que preparariam adequadamente estes futuros bolsistas. Em certas áreas, como biotecnologia, devemos treinar bons estudantes, já incorporados aos nossos centros de maior excelência, para depois mandá-los ao exterior, com vagas garantidas para absorvê-los nos muitos projetos que se abrirão.

— *E quanto à tão falada diminuição da competência e do nível dos atuais ingressantes na universidade?*

— Não sei se essa queda de nível é verdadeira. Há fatos que impressionam, como a grande quantidade de zeros e reprovação. Há 20 anos, contudo, nenhum aluno sabia o que era entropia e não se tratava de novidade, pois o conceito data do início do século! Hoje, este conceito está sendo ensinado regularmente a todos. Houve uma modificação real de conteúdo, sem a adição de processos eficazes para que o aluno vivencie e entenda os conceitos fundamentais. Falta introduzir no ensino, de maneira mais generalizada, a parte experimental, o laboratório, transmitir um conceito vivo do que é ciência e do método experimental, que não se reduzem a um amontoado de palavras complicadas. Os alunos certamente não são piores — o ensino sofreu uma deterioração, assim como o salário do professor.

— *Como você vê a contribuição da ciência em termos amplos?*

— Apesar de uma contribuição nefasta que se desdobrou na poluição ambiental e no perigo nuclear, eu vejo a ciência como um fator importante na melhoria da qualidade de vida das pessoas. No tempo do meu pai, quando o indivíduo se casava, herdava o relógio. No meu tempo, ganhava o relógio da sua vida. Hoje, mesmo aquele que ganha o seu salário mínimo, tem um relógio que é descartável, trocado com certa frequência. Seria possível, num outro plano, banirmos do país a doença de Chagas com avanços tecnológicos que barateassem o custo da construção e a divulgação da higiene apropriada. Mas é preciso vontade política também e nisso precisamos progredir muito. ■



2 fábricas. 22.000 funcionários. 9 restaurantes: 400.000 refeições por mês. 5 ambulatorios, 2 enfermarias: 14 médicos, 25 enfermeiros e auxiliares de enfermagem. 2 linhas de ônibus circulares. 26 "carteiros": 400 quilos de correspondência por dia. 2 gráficas. 1 revista mensal: 25.000 exemplares. 1 "corpo de bombeiros": 54 bombeiros, 458 auxiliares. 2 padarias: 20 mil pãezinhos por dia. Essa verdadeira cidade, que recolhe mais impostos que a maioria dos municípios brasileiros, chama-se General Motors do Brasil. A capital do automóvel.

GENERAL MOTORS, BRASIL. UMA CIDADE COM MAIS HABITANTES QUE GENERAL CÂMARA (RS), MAIS MÉDICOS QUE GENERAL CARNEIRO (PR), MAIS BOMBEIROS QUE GENERAL MAYNARD (SE), MAIS RESTAURANTES QUE GENERAL SALGADO (SP), E MAIS FÁBRICAS QUE GENERAL SAMPAIO (CE).



TECNOLOGIA A SERVIÇO DO HOMEM

A linguagem dos odores

— Pois cante agora! disse a formiga à indolente cigarra, quando esta bateu à sua porta, pedindo abrigo no inverno. A fábula de La Fontaine ilustra o aspecto mais conhecido das formigas, sua incansável atividade, que, numa visão antropocêntrica, serve de exemplo aos preguiçosos. Há outro terreno, porém, em que as formigas — sobretudo as chamadas cortadeiras — são imbatíveis: sua sofisticada rede de comunicações. Os cientistas tentam decifrar esse sistema e conseguiram, após minuciosa observação, identificar substâncias voláteis que elas exalam para se comunicar e organizar seu eficiente ataque aos vegetais.

Evaldo Ferreira Vilela e Terezinha Della Lucia

Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa

Klaus Jaffé

Departamento de Biologia, Universidade Simón Bolívar (Venezuela)

As formigas cortadeiras, conhecidas como saúvas (gênero *Atta*) e quenquês (gênero *Acromyrmex*), são animais que vivem num verdadeiro sistema social, em que os indivíduos têm funções específicas, de acordo com a divisão do trabalho. Sociedade monárquica organizada em torno de uma rainha, a população dos seus formigueiros se divide em castas, que, numa visão antropocêntrica, foram denominadas operárias e soldados. À rainha cabe a função exclusiva da reprodução. As operárias incumbem-se de quase todas as demais tarefas. Os soldados, presentes nas colônias já maduras, de cerca de três anos, são responsáveis pelas grandes batalhas que às vezes se travam contra os inimigos — entre eles outras colônias de formigas. Há também castas temporárias de machos e fêmeas alados — os bitus e as

icás —, que deixam periodicamente os formigueiros em vôos nupciais ou revoadas.

Para que essa sociedade bem organizada funcione com eficiência, as formigas cortadeiras dispõem de sofisticados sistemas de comunicação — visual, sonora, tátil, olfativa e talvez outras formas ainda não percebidas pelo homem —, cujo mecanismo desperta a curiosidade científica. A par disso, porém, é importante descobrir as chaves para essa rede de comunicações, porque saúvas e quenquês, encontradas apenas no continente americano, são pragas sérias para a agricultura: chamam-nas de cortadeiras justamente porque cortam os vegetais para alimentarem um fungo que cultivam como alimento. Graças à celulose que esse fungo digere para elas, as cortadeiras estão entre os seres vivos mais bem adaptados sobre a face da terra.



A comunicação entre dois seres vivos — sejam eles homens ou formigas — pode ser comprovada quando ocorre alteração nas atitudes de um indivíduo depois de um sinal emitido por outro. No caso das formigas, os sistemas de comunicação visual e tátil são ainda pouco conhecidos e estudados. A comunicação sonora é aparentemente utilizada entre as operárias para transmissão de informações através do solo. Operárias que recebem estimulação sonora de alta frequência através do solo iniciam imediatamente atividades de escavação. Elas possuem um órgão estridulador para produzir sinais sonoros, localizado entre o abdômen e o segundo peço, e o acionam movendo ritmicamente o abdômen. A recepção do som se dá provavelmente como nos demais himenópteros, por meio de receptores localizados nas patas. Acredita-se que esse sistema de comunicação seja empregado para a construção coordenada de ninhos subterrâneos que, no caso *Atta*, podem alcançar tamanhos e graus de sofisticação incríveis.



Rainha de *Atta laevigata*.

Das formas de comunicação já estudadas, a principal sem dúvida é a química. Nesse caso, a transmissão de sinais se dá por meio de substâncias que desprendem odor, portanto voláteis, os chamados feromônios. A complexa composição dos feromônios varia de acordo com a espécie. Eles são captados por receptores localizados nas antenas, as *sensilla*. No caso das cortadeiras, os feromônios são empregados para recrutamento, marcação de folhas, alarme e reconhecimento individual.

O recrutamento é feito com trilhas de odor produzidas pelas glândulas de veneno. As trilhas servem à busca de alimento, marcação do caminho para o ninho e para novos territórios, ou organização da defesa contra os inimigos. Todas as formigas fazem trilhas químicas de recrutamento que variam em graus de sofisticação, mas só as cortadeiras organizam o recrutamento em massa. Neste caso não há contato direto entre a operária que recruta e a que a segue.

O que determina quantos indivíduos devem deixar o ninho é a quantidade de feromônios depositada na trilha pelas operárias recrutadoras. Estas, individualmente, parecem modular o número de companheiras a serem recrutadas fazendo variar a concentração do feromônio secretado durante seu percurso.

A substância que forma a trilha é um líquido claro, viscoso e fortemente alcalino, armazenado no saco de veneno. Ela se solidifica em contato com o ar, transformando-se numa massa semi-sólida, insolúvel na água e com baixa pressão de vapor, isto é, menos volátil, o que torna a trilha ativa por muito tempo, mesmo sob chuva. O primeiro elemento identificado nessa substância foi o metil-4-metilpirrol-2-carboxilato. Os compostos químicos do feromônio e suas proporções variam em cada espécie de cortadeira. *A. sexdens* demonstrou responder a outros compostos presentes no saco de veneno de *A. texana*.

Componentes minoritários presentes na secreção da glândula de veneno possivelmente permitem às formigas cortadeiras escolher entre trilhas de diferentes espécies. A sensibilidade das operárias ao metil-4-metilpirrol-2-carboxilato é extremamente alta, com limiar de resposta da ordem de 0,08 pg/cm. O 3-etil-2,5-dimetil-pirazina foi descrito como o componente principal, e os acetatos de metil-fenila e de etil-fenila como os componentes menores do feromônio de trilha de *A. sexdens rubropilosa*. Há, portanto, evidências de que o feromônio de trilha segue a regra geral de natureza multicomponente.

Formigas cortadeiras certamente possuem algum tipo de estratégia para definir as áreas específicas onde vivem. Diferentes colônias apresentam diferentes odores. Isso pode ser explicado pela variação das substâncias químicas que servem à marcação de áreas e que seriam provenientes de diferentes glândulas localizadas na extremidade do abdômen.

As várias partes do território de uma colônia são utilizadas de maneiras diversas, o que sugere a existência de diferentes ti-



Macho alado de *Atta laevigata*.

CRIANDO SAUVAS EM LABORATÓRIO

A criação e manutenção de colônias de cortadeiras em laboratório, para ensino e pesquisa, tem sido uma prática comum e necessária. No Insetário da Universidade Federal de Viçosa temos atualmente cerca de 30 sauveiros em estudo. Nós os usamos para investigar o comportamento das formigas cortadeiras, descobrir como se comunicam por meio de odores e como se orientam nas trilhas, saber por que certas espécies de eucalipto resistem melhor a seu ataque. Elas têm servido também como material didático e demonstrativo para os estudantes de biologia. Entretanto, pouco se tem relatado sobre essas experiências, que começam com a coleta dos ninhos logo após a revoada das içãs, ou quando eles já estão estabelecidos no campo.

A colônia é formada a partir de uma única tanajura (como também é chamada a rainha), que a povoa após fecundada pelos machos. Ela se torna a única fonte de reprodução da colônia e pode armazenar durante 18 anos, num órgão do abdômen — a espermateca —, os espermatozoides que recebe durante a revoada ou vôo nupcial. As funções das demais formigas são determinadas sobretudo pelo seu tamanho: as menores são jardineiras, as médias, cortadeiras e carregadoras, as máximas, soldados. Entre outras tarefas, cabe às operárias a limpeza do sauveiro: restos de fungos dos quais as formigas se alimentam, restos de vegetais e outros detritos são depositados em câmaras separadas da cultura do fungo.

Para verificar qual o recipiente mais adequado a abrigar o sauveiro inicial, a partir da içã recém-fecundada, os autores deste trabalho fizeram várias tentativas e acabaram preferindo potes plásticos com capacidade para 500 ml, que forram com uma camada de solo de quatro a seis centímetros. Sobre as tampas desses potes, previamente perfuradas, colocaram chumaços de algodão umedecido. No solo desses potes, mantidos em escuridão total, a rainha perfura um canal e instala a sua colônia. Folhas e pétalas são colocadas dentro deles, sobre a camada de terra. Quando a atividade de corte aumenta, faz-se um furo num dos lados do pote, para permitir a saída das operárias forrageiras. Cinco meses depois, as novas colônias já podem ser transferidas para recipientes maiores, de vidro, plástico, cerâmica ou acrílico, de diversas formas e tamanhos.

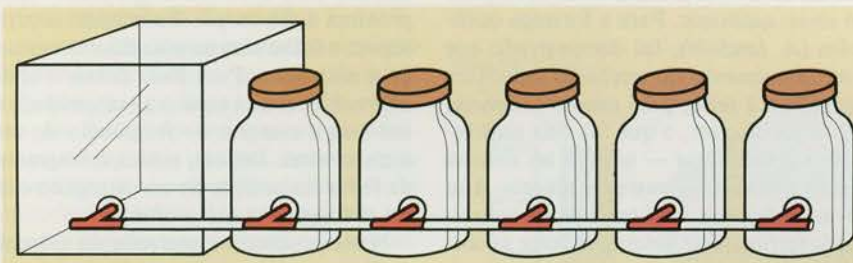


Fig. 1. Esquema do sistema de criação de cortadeiras mostrando os vidros interconectados e ligados a uma arena para forrageamento fechado.

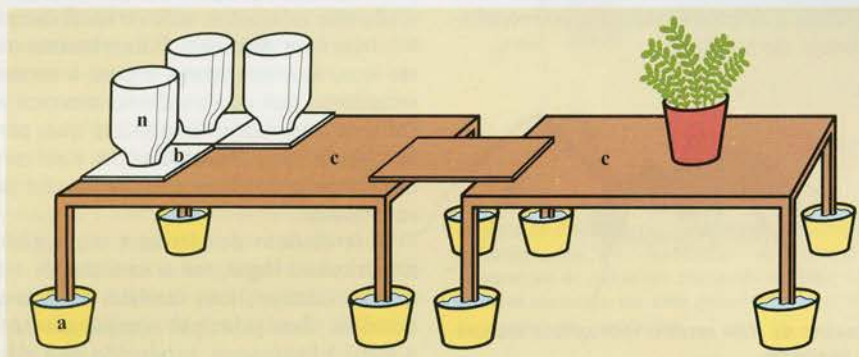


Fig. 2. Esquema de um sistema de criação que permite o forrageamento livre das operárias cortadeiras. No desenho, estão assinalados o ninho (n), as bases de gesso (b), o suporte de madeira (c) e a água com sabão nos vasos (a).

Vidros para guardar biscoitos, com capacidade de três litros, têm sido muito usados. Eles são interligados por meio de mangueiras de plástico transparente, como mostra a figura 1, e funcionam como câmaras de fungo e câmaras de lixo. Todo o sistema é conectado a uma "arena" de vidro transparente e liso, como um aquário, onde são colocados suprimentos diários de pétalas e folhas de diferentes plantas. Periodicamente as paredes dessas arenas recebem uma camada de talco ou outro material semelhante, inofensivo às formigas e ao seu comportamento, com o que se evita a sua fuga. À medida que o formigueiro vai se expandindo, novos frascos são acrescentados.

Esse sistema, no entanto, apresenta alguns inconvenientes, como o acúmulo excessivo de umidade, produzida pela massa de fungo e pela restrita circulação de ar. Nas paredes e no fundo dos recipientes verifica-se a decomposição de detritos e resíduos de fungos, o que faz melar a parte inferior da camada de fungos. Além disso, é freqüente o aparecimento simultâneo de pequenas moscas da família Phoridae. Uma alternativa para contornar esses problemas é perfurar as tampas dos frascos e adaptar ao bocal uma tela fina de arame. Pode-se também colocar outras arenas em determinados pontos do sistema, o que requer mais espaço no laboratório.

Um sistema de criação aberto, que permite o forrageamento livre sobre uma mesa, é mostrado na figura 2. Ele foi utilizado com sucesso pelo professor Evaldo Vilela, em 1983, ao estudar os feromônios de formigas cortadeiras. Nesse sistema, os vidros são invertidos sobre gesso e dispostos sobre mesas, cujos pés são colocados dentro de vasos com água e sabão para impedir a fuga das formigas. A base de gesso ou argila, usada como fundo para os recipientes, permite maior equilíbrio com o ambiente externo e evita o acúmulo de umidade.

Outra estrutura que tem fornecido bons resultados nos estudos de comportamento realizados na Universidade Federal de Viçosa é um cubo de vidro sem fundo, montado sobre base de gesso e colocado sobre mesas, conforme ilustra a figura 3. A saída para as operárias forrageiras é feita na base de gesso; o alimento é posto sobre uma mesa de madeira fixada em suportes de ferro, também colocados dentro de copos com água e sabão. Essa estrutura facilita a visão de todas as atividades da colônia, e até mesmo da rainha que, normalmente, fica escondida na massa de fungos e invisível nos frascos de vidro.

Um dos maiores problemas com essa estrutura, quando a colônia é pequena (200 ml de fungo), é manter no interior do cubo um microclima favorável às for-

migas. Um algodão umedecido que é colocado diariamente na base do cubo pode ajudar. Para minimizar as adversidades do microclima, o melhor é construir essa estrutura com módulos menores, acrescentados de acordo com as necessidades da colônia. As próprias formigas trabalham para resolver o problema, colocando uma camada espessa de folhas ao redor da massa de fungos.

A partir de um ano, nos sistemas abertos, o crescimento da colônia aumenta a dificuldade de impedir a fuga das operárias forrageiras, além de exigir mais espaço. A fuga das formigas, nesses sistemas, é bastante comum: o lixo que se acumula nos potes sob os pés da mesa, caso não seja feita uma limpeza diária, torna a água malcheirosa e permite às operárias construir pontes sobre a água e escapar. Uma solução é usar talco em vez de água, mas esse material, mais dispendioso, também tem que ser trocado a cada três dias.

No sistema de vidros interligados por mangueiras plásticas, as fugas são mais difíceis, se houver talco suficiente nas paredes da arena de vidro e alimento à vontade. Nos saueiros adequadamente supridos com material vegetal, as fugas são mais raras. Além disso, esse sistema geralmente não necessita de suprimento extra de umidade e, portanto, dispensa o emprego do algodão umedecido. A tempe-



Fig. 3. Sistema de criação em cubo de vidro, com forrageamento livre, especialmente destinado a estudos de comportamento do saueiro.

ratura das salas de criação deve variar de 25 a 30° C e a umidade relativa, de 70 a 85%. Para manter esses padrões, usam-se ebulidores comuns de água. O período de exposição à luz, depois de formada a colônia, é de 12 horas diárias, sob lâmpada fluorescente.

Terezinha Della Lucia, Evaldo Ferreira Vilela e Denise D. O. Moreira

Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa

foto Terezinha Della Lucia



Operária de *Atta sexdens rubropilosa* caminhando ao redor do ninho.

pos de marcação de território numa mesma colônia. Até o momento, no entanto, conhece-se apenas um feromônio de território em formigas cortadeiras. O fato de que ele é altamente volátil faz supor que a marcação de áreas seja, entre as cortadeiras, uma atividade contínua e relacionada à intensidade de exploração do território. Uma área que fica sem marcação por mais de uma hora não pode ser defendida como parte do território. Portanto, o território, para essas formigas, deve ser uma área de limites indefinidos, constantemente alterados, cuja extensão depende da localização da colônia, dos locais de forrageamento e do nível geral de atividade dos indivíduos, fato já observado em condições de campo. É interessante observar que as trilhas principais raramente são áreas de conflito entre as colônias, ao contrário da entrada dos ninhos e das zonas de coleta de alimentos.

Embora os componentes feromonais não tenham sido perfeitamente identificados até hoje, sabe-se que pequenas variações nas suas proporções relativas bastam para caracterizar uma colônia específica. O feromônio territorial da saúva-da-mata (*A. cephalotes*) consiste em pelo menos dois componentes, um específico da colônia, outro da espécie ou gênero. O componente próprio da espécie — provavelmente o n-nonadecadieno — é produzido pela glândula valvar e sua ação persiste por cerca de uma hora. Há evidências de que em *A. sexdens rubropilosa* a substância (Z)-9-nonadeceno, produzida pela glândula de Dufour, faz parte do feromônio de território.

Na marcação química de território por várias espécies de formigas, o comportamento territorial, o sistema de reconhecimento individual e o sistema de alarme são, aparentemente, inter-relacionados. Além disso, sob o aspecto evolutivo, espécies socialmente mais complexas possuem siste-

mas de comunicação baseados sobretudo em sinais químicos. Para a formiga quem (A. landolti), foi demonstrado que o reconhecimento do território específico da colônia é feito, pelo menos em parte, por sinais de odor, o que faz dela uma espécie intermediária — quanto ao sistema de comunicação — entre os gêneros *Atta* e *Trachymyrmex*. O sistema de reconhecimento territorial se determina entre as cortadeiras, em sua maior parte, pela distribuição de recursos e hábitos alimentares. Esse comportamento territorial tende a incrementar, evolutivamente, a importância de sinais químicos envolvidos no reconhecimento do território.



Operária de *Atta sexdens rubropilosa* marcando território.

A coleta do material vegetal a ser transportado para dentro do ninho é, quase sempre, uma tarefa individual ou de grupos de formigas que trabalham de modo mais ou menos independente. Uma das formas mais complexas de transporte é “em cadeia”. Neste caso, o alimento é coletado por uma operária e passado a outras, sucessivamente. Não se pode, contudo, afirmar que esse comportamento seja freqüente entre as diferentes espécies de cortadeiras. Em espécies de *Acromyrmex* é comum que o material vegetal seja transportado em cadeia até a entrada da colônia, onde é depositado para que outras operárias o levem para dentro.

Duas evidências da participação de feromônios no processo de transporte em cadeia foram observadas recentemente no comportamento de operárias *A. cephalotes*: o pincelamento das folhas durante o corte e a marcação das folhas antes do transporte. No comportamento denominado pincelamento, a formiga operária coloca o abdômen sobre o fragmento ainda parcialmente cortado da folha, e com a extre-

midade dele pincela a superfície vegetal próxima a seu corpo. Terminado o corte, segura a folha com as mandíbulas e procede à marcação. Para isso, dobra o abdômen sob o tórax e com sua extremidade final toca a margem do fragmento de uma a cinco vezes. Depois, coloca o fragmento da folha em posição de ser carregado e inicia o transporte até o ninho.

Nesse processo, a secreção da glândula de Dufour — da qual se conhecem o tridecano e o (Z)-9-nonadeceno — desempenha o papel de regulador do transporte em cadeia. Esta secreção pode ter outros efeitos, ainda não estudados, sobre o local de corte e o interior do ninho. É interessante notar que, aparentemente, é com a mesma substância que as cortadeiras marcam as folhas e o território. Isso indica que, para elas, território inclui o alimento, e até mesmo folhas individuais a serem levadas para o ninho.

O feromônio de alarme é empregado, em primeiro lugar, na orientação de ataque ao inimigo, mas também em outras ocasiões. Seu principal componente é o 4-metil-3-heptanona, produzido pela glândula mandibular das formigas saúvas. Como componentes secundários, foram ainda identificados o 2-heptanona, 3-octanona, 3-octanol e 4-metil-3-heptanol. A proporção dessas substâncias na mistura feromonal varia de acordo com a espécie de cortadeira.

Na saúva-limão (*Atta sexdens rubropilosa*) foram identificados o geraniol, o nerol e o citonolol, este presente também nas secreções da saúva-de-vidro (*A. laevigata*) e da saúva-parda (*A. capiguara*). Substâncias altamente voláteis, difundem-se rapidamente no ar, o que as torna excelentes portadoras de mensagens de alarme, a serem transmitidas sem demora a distâncias relativamente grandes. Com essas substâncias as operárias também alertam e ativam as companheiras, orientando-as para a fonte de emissão do feromônio, por meio de um sistema de osmotropotaxia (movimentos direcionados a odores, através das antenas).

Tem-se postulado que as formigas cortadeiras reconhecem suas companheiras de colônia por meio de odores. Intrusos também são reconhecidos, atacados e, eventualmente, mortos ou expulsos. Tudo indica que os odores sejam responsáveis pela individualização das colônias. Esse processo ainda não é muito conhecido, mas acredita-se que os odores estejam associados ao chamado “odor da colônia”.

As formigas *A. cephalotes* reconhecem as companheiras da mesma colônia por meio de sinais químicos distribuídos sobre a cutícula, originários, provavelmente, da cabeça desses insetos — em especial, do feromônio de alarme da espécie. Assim co-



Operárias de *Atta sexdens rubropilosa* exibindo agressividade fora de seu território.

fotos Eivaldo F. Vilela



Formigueiro de *Atta laevigata* em plantio de *Pinus* sp. No detalhe, olheiro do ninho inicial.



mo a composição do feromônio de alarme tem componentes principais variáveis segundo as espécies, cada colônia tem sua mistura feromonal própria, de maneira a diferenciá-la individualmente. Acredita-se que fatores genéticos e ambientais contribuem para a formação desses odores específicos de reconhecimento da colônia.

O reconhecimento da prole provavelmente é assegurado por feromônios de contato, embora sejam ainda raras as evidências desse processo. Em *A. cephalotes*, esse reconhecimento ocorre por meio de sinais químicos de natureza ainda desconhecida. Já observamos que as larvas vivas são reconhecidas e as pupas também, até mesmo depois de mortas, exceto as que foram lavadas com hexano. As operárias são sempre reconhecidas, mesmo depois de mortas. Quanto ao reconhecimento sexual, os estudos são raros e os resultados continuam inconclusivos.

Ainda se conhece pouco sobre o sistema de comunicação por sinais químicos. Sem dúvida não é apenas a presença ou a ausência de determinada substância que representa a informação entre as formigas. Um mesmo sistema de compostos químicos é utilizado com diferentes objetivos. Provavelmente elas utilizam o contexto social da emissão feromonal para dar o significado específico à informação. A possibilidade de variar a concentração do feromônio e seus componentes químicos torna ainda mais precisa a informação. A dificuldade que o homem tem em detectar odores de forma quadridimensional (discriminando-os no espaço e no tempo) torna difícil para nós entender e decifrar o idioma das formigas.

Entre as formigas, as cortadeiras são o grupo mais bem estudado. Por isso elas podem ser tomadas como parâmetro para o estudo de outras espécies de insetos. O pouco que se conhece dos sistemas de comunicação das formigas revela um mundo fascinante e ensina que existe um universo desconhecido para o ser humano. Mesmo entendê-lo parcialmente nos permitiria conhecer melhor os insetos para manejá-los com adequação: combatendo-os, quando

se trata de pragas, ou utilizando-os benéficamente, como agentes do controle biológico, produtores de fibras (como o bicho-da-seda), de mel e de fármacos, como fontes de proteínas.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- JAFFÉ K., "Evolución de los sistemas de comunicación química en hormigas (Hymenoptera, Formicidae)". *Folia Entomológica Mexicana*, vol. 61, 1984.
- JAFFÉ K. & NAVARRO J.B., "Comunicación química en obreras de la hormiga cortadora de pasto, *Acromyrmex landolti*, Forel, 1984 (Hymenoptera, Formicidae)". *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 29, n.º 2, 1985.
- MARKL H., "Die Verständigung durch Stridulationssignale bei Blattschneiderameisen II. Erzeugung und Eigenschaften der Signale", *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, vol. 60, 1968.
- PERRY K. & MORGAN E.D., "Pheromones of ants: a review", *Physiological Entomology*, vol. 4, 1979.
- VILELA E.F. & HOWSE P.E., "Territoriality in leaf-cutting ants, *Atta* spp.", in Lofgren C.S. & Vander Meer R.K. (eds.) *Fire ants and leaf-cutting ants. Biology and Management*, Boulder, Westview, 1986.
- WEBER N.A., "Fungus-growing ants", *Science*, vol. 153, 1966.

O PRONTO SOCORRO DO EQUIPAMENTO DO INAMPS.

Milhares de equipamentos, hoje tidos como imprestáveis, estão encostados em depósitos de hospitais.

Aí, chegam os técnicos da Cemeq, examinam os equipamentos, tratam,

Só no último ano, de julho de 86 até agosto de 87, a Cemeq fez 140% mais do que fizera em 4 anos, ou seja, restabeleceu mais de 12.510 equipamentos.

Já está operando também em



recuperam e os colocam funcionando de novo nos postos do Inamps.

A Cemeq, Central de Manutenção de Equipamentos, faz conservação, conserto e recuperação de equipamentos, produzindo, inclusive, muitas peças para reposição.

Somente no Rio, já atende 10 hospitais, 40 postos e 10 entidades da Secretaria de Saúde e Ministério da Previdência.

Se for possível, faz o conserto no local, senão, remove o equipamento para uma de suas 9 oficinas.

Desde 82, quando foi fundada, até junho de 86, a Cemeq havia recuperado 8.639 equipamentos.

Nesse ponto ela passa a integrar o Programa de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde-Prodetc, ganhando nova e vigorosa vitalidade.

Brasília e tem previsão de instalação nas Regiões Nordeste e Sul ainda neste ano. Aliás, para investir em seus programas, a Cemeq conta atualmente com 84 milhões de cruzados.

Além disso, a Cemeq desenvolve equipamentos também com outras entidades.

Como é o caso da Finep, com quem possui, no momento, seis projetos inteiramente desenvolvidos com tecnologia própria.

Um deles é o Simulador Cardíaco, primeiro projetado e produzido no Brasil, para testar e ajudar a aumentar a idade média dos milhares de sistemas eletrocardiógrafos integrados da Previdência.

E o Inamps trabalhando e investindo para melhorar a assistência médica e a saúde do brasileiro.

CEMEQ - Central de Manutenção de Equipamentos

O Inamps investindo na qualidade de saúde da população.

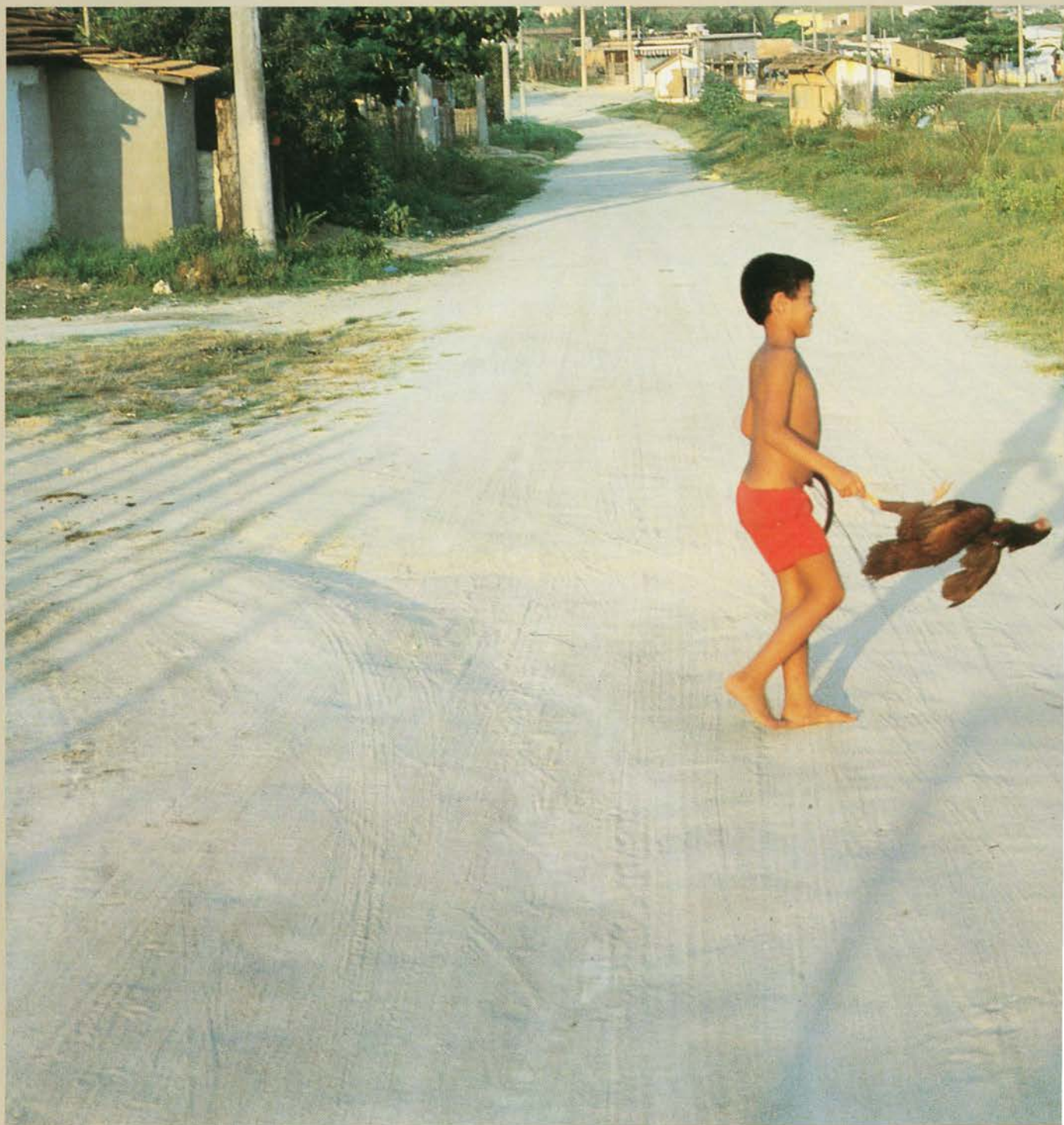


Ministério da Previdência e Assistência Social / MPAS
INAMPS / Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social

HUMOR



MEDICINA POPULAR



Rezas e curas de corpo

Maria Andréa Loyola Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro



e alma

Fotos Ana Regina Nogueira

Não apenas os mitos e as lendas, mas o cotidiano sempre esteve para mim na classe preferencial. A terapêutica, as fórmulas tradicionais de guardar a saúde, os remédios que provocam a intervenção sobrenatural, o homem, bicho da terra tão pequeno, subalternizando os deuses a serviço da conservação pessoal, dispondo as forças mágicas para o seu estado de tranqüilidade, impunham-me poderosa atração pesquisadora. Todas essas regras mergulham no tempo e perdem as raízes na imensidade da quarta dimensão.

Mais ignorante é quem ri do que quem usa...

(Luís da Câmara Cascudo, *Folclore no Brasil*)

A medicina popular — conjunto das técnicas de tratamento empregadas pelos especialistas não reconhecidos pela medicina oficial, como curandeiros, erveiros, pais-de-santo, entre outros — é muitas vezes vista como sobrevivência folclórica de uma época passada. Ou então, como prática de regiões rurais e comunidades tradicionais isoladas e atrasadas. Assim pensam alguns estudiosos das relações entre a medicina popular e a religião, folcloristas em sua maior parte, que adotam, implicitamente, o ponto de vista da medicina científica.

A medicina popular, contudo, não é um fenômeno limitado às regiões rurais ou isoladas. Ao contrário: além de extensamente praticada no meio urbano, constitui uma alternativa à medicina oficial, considerada pelas classes dominantes e por aqueles estudiosos como a única legítima, e com ela concorre.

Em Nova Iguaçu, município densamente povoado da periferia do Rio de Janeiro, a oferta de cuidados com a saúde não depende exclusivamente dos médicos, farmacêuticos ou especialistas da cura do corpo. Numerosos agentes do sistema religioso — pais-de-santo da umbanda e do candomblé, pastores batistas ou da Assembléia de Deus, religiosas católicas, curandeiros e rezadores ligados ao espiritismo e/ou ao catolicismo popular — também concorrem com seus serviços para o tratamento das doenças. Numa pesquisa realizada nesse município, principalmente no bairro de Santa Rita (ver “Nova Iguaçu e Santa Rita”), de setembro de 1976 a fevereiro de 1979, constatamos que, de fato, mais da metade das doenças descritas nas entrevistas são comumente tratadas fora do sistema oficial de saúde.

Para que se compreenda a lógica da oferta local de serviços de cura, temos que descrever o sistema, relativamente autônomo, das relações entre os diversos agentes religiosos. E, mais globalmente, entre esse sistema e o dos especialistas da cura do corpo, entre os quais existem relações de homologia estrutural. Tratarei principalmen-

te, aqui, do uso que os habitantes de Santa Rita fazem dos serviços oferecidos tanto pelos especialistas da cura do corpo como pelos especialistas da cura da alma.

Os especialistas religiosos são solicitados a atender múltiplas demandas, muitas das quais, como a cura de doenças, ultrapassam consideravelmente sua competência puramente religiosa. Isso se deve, por um lado, à lacuna deixada pelos médicos e pelas instituições oficiais de saúde. Por outro, à concepção essencialmente mágico-religiosa que a população do bairro possui do corpo, da saúde e da doença. As representações que a clientela tem do corpo (em função das quais percebe e classifica as doenças) intervêm, constantemente, na sua relação com o sistema de ofertas terapêuticas — seja na maneira como se cuida, seja na escolha que faz entre uma ou outra categoria de especialistas.

A doença é considerada, no conjunto dos problemas da vida e da morte, como fenômeno que escapa, em última instância, ao controle do homem. Algo que, no limite, é produto de forças sobrenaturais ou, mais comumente, de Deus. A morte ocorre quando o espírito deixa o corpo que anima e vai prestar contas a Deus, ou, então, continuar seu itinerário de penas (alma penada) ou de reencarnações sucessivas, até o repouso final. É o espírito que fornece ao corpo a energia vital, daí sua importância para o estado de saúde. Não há saúde no corpo sem saúde da alma. Frequentemente, um corpo doente contribui para a doença da alma e vice-versa.

Baseando-se nesta concepção geral de uma dualidade complementar entre corpo e alma, e partilhando o sistema de representações que permite à maioria dos especialistas religiosos — particularmente os pais e mães-de-santo da umbanda e do candomblé, os pastores da Assembléia de Deus e os rezadores — legitimar suas práticas perante a medicina oficial, a população de Santa Rita distingue duas categorias principais de doenças: as “doenças do corpo” e as “doenças da alma”, ou as doenças *materiais* e as doenças *espirituais*.

Nova Iguaçu e Santa Rita

Nova Iguaçu é conhecida por apresentar um dos mais altos índices de criminalidade de todo o Brasil. O município serve, de certo modo, como “dormitório” para membros das classes populares que trabalham no Rio de Janeiro e foram daí expulsos em decorrência da expansão industrial, imobiliária e, principalmente, da política governamental de remoção e destruição das favelas, durante os anos 50. Nova Iguaçu, já nessa época um dos municípios mais povoados da região, sofreu nos anos subseqüentes uma verdadeira explosão demográfica: o número de seus habitantes cresceu 231% entre 1950 e 1960 e 181% entre 1960 e 1970. A população rural praticamente desapareceu, representando menos de 5% da população total, estimada em 1977 em mais de um milhão de habitantes.

O bairro de Santa Rita, a cerca de oito quilômetros do centro de Nova Iguaçu, experimentou uma evolução bastante semelhante à do conjunto do município. Até 1950, era habitado por pequenos agricultores que, com a decadência da produção citrícola, se voltaram para a cultura hortigranjeira. Com o aparecimento de loteamentos e a instalação de algumas indústrias, a população do bairro saltou de 1.500 para mais de 8.000 habitantes, dos quais — tomando-se como base a população entrevistada por nós — 11% são originários do próprio município de Nova Iguaçu e os demais provêm de Minas Gerais (21%), Espírito Santo (11%), regiões Norte (3%) e Nordeste (8%) e, sobretudo, do estado do Rio de Janeiro (36%) e de sua capital (10%). Cerca de 7% dos imigrantes estão no município há menos de cinco anos, 8% há mais de cinco anos e o restante há mais de dez anos.

Apenas um terço da população ativa local exerce atividade assalariada regular. As indústrias (uma fábrica de papel, uma de adubos e uma metalúrgica) instaladas no bairro proporcionam empregos a menos de um quarto da população; a maior parte trabalha no Rio de Janeiro, geralmente em funções subalternas no setor terciário. Os outros fazem pequenos biscoitos, são aposentados ou licenciados pelo INAMPS.

Entre os que trabalham, 60% recebiam na época da pesquisa até um salário mínimo, 34% oscilavam entre mais de dois e cinco salários mínimos e apenas 6% conseguiam alcançar a faixa de mais de cinco até seis salários mínimos. O orçamento ou a renda familiar também gira em torno de dois salários mínimos, pois, na maior parte das vezes (54%), apenas o chefe de família trabalha. Embora a

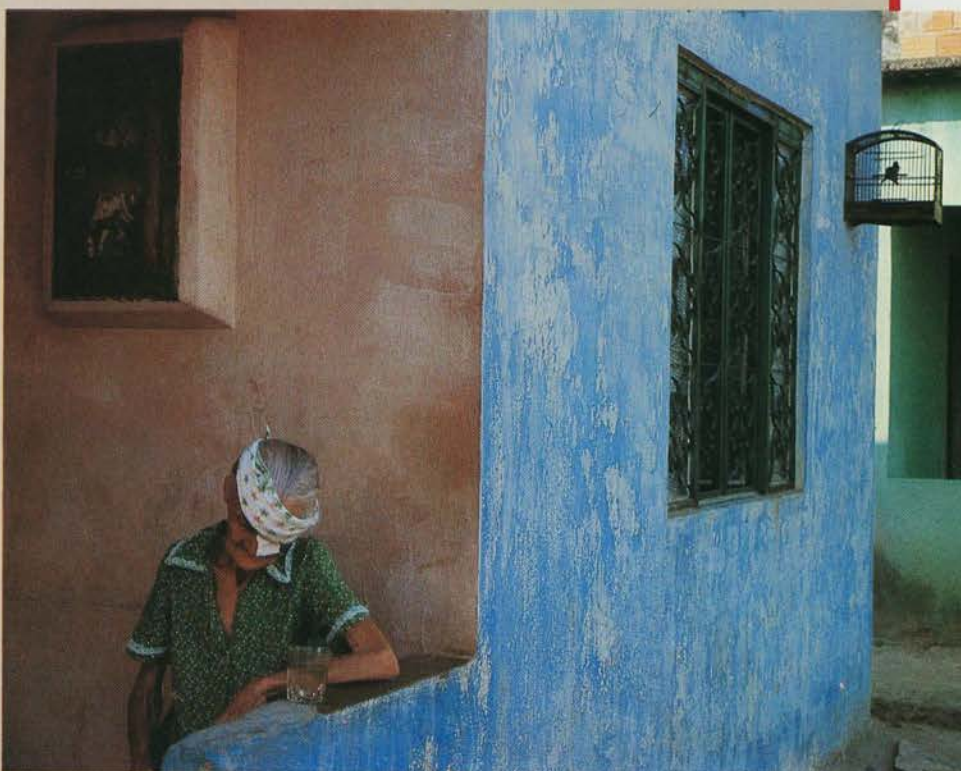
maioria das famílias possua casa própria, construída em terrenos adquiridos ou ocupados, as habitações são, em geral, extremamente pobres, com dois (a maior parte) ou três cômodos, raramente quatro.

O bairro não possui infra-estrutura sanitária — água encanada, rede de esgoto, calçamento — nem de serviços, o que obriga a população a constantes idas e vindas ao centro da cidade. Dois grupos escolares propiciam instrução primária a aproximadamente 600 crianças. Entre a população adulta, 45% são analfabetos ou semi-analfabetos, 22% têm instrução apenas primária, 18% primária incompleta e 15% chegam até a secundária.

Como os outros bairros de Nova Iguaçu e da Baixada Fluminense, Santa Rita é um lugar onde a violência faz parte do cotidiano de seus habitantes. Não existe policiamento e é constante o clima de insegurança. A população evita circular nas ruas após o anoitecer e, entre os entrevistados, todos já tiveram mais de uma experiência de assalto. Muitos julgam-se afortunados por não terem perdido a vida. Como medida de precaução contra os assaltos que ocorrem freqüentemente dentro dos ônibus, as compras maiores são feitas no supermercado da estrada, onde os preços são mais elevados que em Nova Iguaçu.

Com exceção de um dispensário municipal que, em princípio, presta atendimento médico-ambulatorial durante uma hora, uma manhã por semana (o que, na verdade, não ocorre com tanta freqüência), a população não dispõe de nenhum socorro médico local, nem mesmo de uma farmácia. Os que precisam recorrer aos serviços médicos oficiais são obrigados a se deslocar até o centro de Nova Iguaçu — onde os recursos médicos são também insuficientes — ou, nos casos mais graves, até o Rio de Janeiro, a mais de 50 quilômetros. Apenas parte da população é atendida pelo INAMPS, que garante assistência gratuita aos que podem contribuir. Assim, a grande maioria dos habitantes de Santa Rita é obrigada a se tratar sozinha ou a recorrer ao auxílio terapêutico local oferecido pelos curandeiros e especialistas religiosos católicos, protestantes ou espíritas.

Há, em Santa Rita, uma igreja católica, quatro templos protestantes (um batista e três da Assembléia de Deus) e inúmeros centros de umbanda e candomblé. Grande parte da população se diz católica, mas a maioria é de fato crente ou espírita; 62% dos entrevistados declararam-se católicos, 19% espíritas (membros da umbanda ou do candomblé) e 10% protestantes (membros da Assembléia de Deus, na maioria).



Doenças “leves”, como dor de cabeça, curam-se em casa mesmo.

Doenças espirituais são aquelas cuja origem foge à verificação prática e que, através de exclusões sucessivas, são percebidas e explicadas, *a posteriori*, como doenças não-materiais. De acordo com a crença religiosa do indivíduo, as doenças espirituais podem ser atribuídas a mau-olhado, espírito encostado, mediunidade não desenvolvida (umbanda e candomblé), ou a castigo ou provação de Deus (protestantismo). A crença religiosa determina, em grande parte, a escolha do tipo de tratamento: se ficará a cargo dos especialistas do sistema oficial de saúde ou dos especialistas religiosos.

Mas, se tende a orientar a classificação da doença espiritual segundo a sua origem, a crença religiosa não basta para excluir as definições estabelecidas por outras crenças concorrentes, outros conhecimentos profanos ou simples suposições do senso comum. Muitas vezes, a população atribui a uma mesma doença espiritual causas múltiplas de caráter religioso (presença de um encosto e castigo de Deus simultaneamente, por exemplo). Pode também incluir certas doenças na categoria espiritual com base não nas causas, mas nos sintomas que a acompanham e no resultado do tratamento aconselhado pelo médico.

A doença espiritual pode ser definida como aquela que provoca a "perda do entendimento", ou um distanciamento do comportamento considerado normal. Pode, ainda, designar doenças de origem psicológica ou nervosa. Entretanto, neste sistema de representações, a categoria loucura não existe; loucura seria apenas o nome atribuído pelos médicos às doenças espirituais que não podem curar.

Do ponto de vista das técnicas de cura, a doença espiritual não é somente a que o médico desconhece e não compreende, mas também a que ele não cura. *"A doença material muitas vezes é curada por nós mesmos. A doença espiritual, muitas vezes, também por nós mesmos, porque se nós acreditamos que há um ser superior para nossas vidas, que este ser superior tem eminência sobre todas as coisas, que é Deus, então a gente acredita e busca o conforto espiritual e a saúde da própria matéria. A doença material pode ser curada com a ajuda do médico; agora, a espiritual, não há médico que cure, só Deus"* (dona-de-casa, 42 anos, semi-analfabeta).

A doença espiritual pode também ser definida com base no diagnóstico do médico. Se o cliente não ficar satisfeito com o diagnóstico, pode concluir que seu mal não pertence à área de competência desse profissional — ou seja, à área de doenças materiais a que ele está geralmente associado. Ao contrário da doença material, a espiritual pode ser deduzida do tempo necessário para sanar o mal. *"Doença material é*



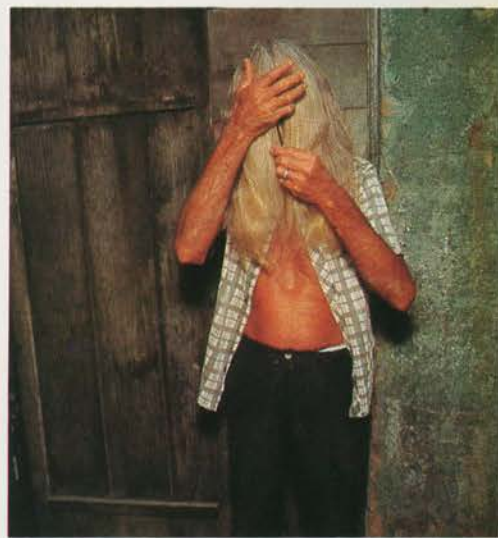
"Acredito no rezador, porque vi minha mãe, que era uma, fazer coisa difícil mesmo..."

mais fácil de curar. Se demora a curar, é doença espiritual. Aí só Deus que cura" (mulher de operário, 38 anos, instrução primária).

De modo geral, as doenças materiais são qualificadas de "leves" (indisposições, incômodos) e "graves", segundo os riscos que oferecem para a vida do indivíduo. Esta distinção, que remete mais à intensidade do mal do que à sua origem ou natureza, é estabelecida a partir de sintomas, sendo a febre o mais decisivo. As doenças leves podem se tornar graves se não cederem com o tratamento familiar comumente utilizado nesses casos.

As qualificações "leves" e "graves" estão associadas, respectivamente, às doenças comuns e às doenças "de médico", que requerem a competência do "doutor" e não podem ser diagnosticadas diretamente a partir da observação dos sintomas. As doenças materiais são ainda classificadas em graves ou menos graves, conforme sejam associadas à medicina científica moderna ou à medicina tradicional.

Assim, as doenças causadas por medo, susto, friagem, quebra de resguardo, e outros males cotidianos cujo conhecimento (sintomas e tratamento) encontra respaldo na experiência ou na tradição (cobreiro, ventre virado, espinhela caída etc) são incluídas, em geral, no grupo das doenças consideradas da competência dos rezadores ou dos pais e mães-de-santo. *"Porque há uma fraqueza geral que não acusa as chapas. Porque os médicos não acreditam em espinhela caída. A espinhela caída é este osso aqui (externo) que cai... Começa com*



bambezada nas pernas, nos braços. A senhora não tem condição de se mover, a senhora perde a fome... tem febre... Aí o médico fica tratando como tuberculose, mas não é" (empregada doméstica, 40 anos, semi-analfabeta). Já as doenças pouco conhecidas — que provocam febre persistente, exigem internação hospitalar ou intervenção cirúrgica — são conhecidas como "doenças de médico".

Como esta classificação é baseada na experiência prática, os limites entre as diversas categorias são muito tênues. Poderíamos dizer que um número razoável de doenças ocupa uma posição intermediária, podendo passar de uma categoria a outra, dependendo de terem sido diagnosticadas e tratadas por médicos e farmacêuticos, especialistas religiosos, ou ainda parentes e vizinhos (ver "Itinerários terapêuticos").

Itinerários terapêuticos

A população de Santa Rita cuida-se mais freqüentemente por conta própria. De início, recorre aos conhecimentos terapêuticos familiares, que consistem, principalmente, na experiência acumulada por ocasião de doenças anteriores. Se estes se revelam ineficazes, a família pode então optar por consultar em primeiro lugar o especialista religioso ou o farmacêutico, e por último, o médico, ou consultar diretamente o médico e/ou farmacêutico e depois o especialista religioso, ou ainda, recorrer simultaneamente a esses diferentes especialistas.

É difícil detectar um sistema claramente diferenciado que permita classificar os indivíduos segundo a origem social e geográfica, ou segundo a idade e o grau de

baixa, associados à idade e ao grau de escolaridade, parecem estar relacionados à aceitação e ao uso maior ou menor da medicina oficial ou da medicina popular.

Os desempregados e os que vivem de expedientes são os que se encontram mais distantes do acesso à oferta médica existente fora do bairro, porque, freqüentemente, não têm direito à assistência médica prestada pelo INAMPS. Os assalariados e os autônomos com recursos suficientes para pagar as cotizações exigidas pelo sistema previdenciário enfrentam a dificuldade de acesso aos serviços médicos e a má qualidade desses serviços. Resta ainda a alternativa do médico particular, mas o obstáculo, aqui, é o reduzido poder aquisitivo da população.

dem a procurar o médico com maior freqüência quando estes remédios se revelam ineficazes. Outros recorrem aos especialistas religiosos, mesmo sem endossar totalmente a opinião dos membros mais idosos do grupo familiar ou da vizinhança. Assim, uma entrevistada de 19 anos, que freqüentou a escola secundária, repudia as receitas da mãe e da sogra como "fórmulas ultrapassadas", mas não recusa a ajuda do rezador para livrar seu filho do mau-olhado. Se o rezador, porém, recomenda algum chá ou medicamento que não seja de uso corrente, desconfia e procura a garantia da medicina oficial.

A filiação religiosa influi igualmente nas práticas terapêuticas, sobretudo no caso das pessoas "mais firmes na fé", sobre as quais os especialistas religiosos exercem maior controle. As pessoas socializadas no espiritismo, ou a ele convertidas, tendem a procurar a medicina oficial de preferência recomendadas por seus guias espirituais. "Primeiro eu levo no centro, agora depois que eu chego lá, se o vovô vim em terra e dizer não é pra mim, é pro homem de casaca (médico), mesmo assim eu não vou acreditando muito nos homens de casaca não" (sergente, 40 anos, semi-analfabeta).

A tendência dos protestantes é privilegiar a medicina oficial. Para eles, no entanto, a fé é essencial, tornando o recurso ao médico e à oração indissociáveis. A comunidade dos crentes desempenha papel fundamental na restauração da ordem alterada pela doença.

As pessoas socializadas no catolicismo oficial tendem a recorrer primeiro ao médico. Assim, J., 35 anos, filha e esposa de comerciante, que estudou até o primeiro ano do secundário e vai à missa todos os domingos, mesmo tendo dificuldades para aceitar o resultado do eletroencefalograma que caracteriza seu filho como anormal (pelo que foi possível compreender, ele é epilético) não recorre ao espiritismo, nem atribui a causa a problemas do espírito. Prefere o diagnóstico da medicina científica. Desde que o filho consiga, por meio de medicamentos, continuar os estudos, não procura alternativas de tratamento; não exclui essa possibilidade, mas só o fará quando esgotar todos os recursos da medicina oficial.

As pessoas socializadas no catolicismo popular tendem a procurar em primeiro lugar um rezador. Se ele não conseguir resolver o problema, recorrem então à medicina oficial. O próprio rezador, em determinadas circunstâncias, indica a necessidade de consulta ao médico.



Garrafada, feita na hora, com ervas e raízes vendidas na feira.

escolaridade, com relação aos diferentes tipos de demanda em matéria de cura da alma e/ou do corpo. A ausência de recursos médicos, a grande solidariedade entre vizinhos, a pobreza em todas as áreas e a presença marcante dos agentes religiosos fazem com que os cuidados com a saúde adotados pelos membros das diversas frações das classes populares que formam a população do bairro tendam a uma relativa homogeneidade, ou a uma heterogeneidade relativamente homogênea. No entanto, a situação de trabalho (assalariado, autônomo, subempregado, desempregado), a origem rural ou urbana e o período de experiência de vida ur-

Os detentores das tradições do mundo rural, pessoas que nasceram e viveram no campo, têm atualmente 40 anos ou mais e pertencem à primeira geração de imigrantes. Os mais idosos não só "ensinam", como tendem, obviamente, a ser mais apegados às práticas médicas populares e a encarar a medicina oficial com maior desconfiança. As gerações mais jovens, nascidas ou criadas na cidade, quase sempre com escolaridade mais avançada, tendem a valorizar o conhecimento médico oficial e a encarar a medicina popular como "prática de antigamente".

Muitos jovens utilizam comumente remédios caseiros (chás, emplastos) e ten-

A maior parte da população de Santa Rita estabelece com as instituições e com os especialistas um relacionamento que se pode qualificar de pragmático. Como, até agora, nenhum credo religioso conseguiu impor ali sua hegemonia, a "mobilidade religiosa" e a "pluralidade de crenças" caracterizam as práticas religiosas da população. Não é raro que um católico praticante freqüente também os cultos da Assembléia de Deus ou o centro de umbanda.

Numa localidade desprovida de recursos de todo tipo, onde o Estado está praticamente ausente e as religiões devem satisfazer às necessidades básicas da população, a preservação de certa liberdade religiosa, que permite ao indivíduo recorrer aos serviços de várias religiões, pode constituir uma estratégia de sobrevivência. Sobretudo quando a fé é dissociada da religião enquanto instituição ou quando é "privatizada", quer dizer, quando o relacionamento com o sobrenatural (Deus, almas, santos) se estabelece individualmente, sem a mediação dos padres e dos sacramentos, como ocorre no catolicismo popular.

A afluência aos locais de culto das diferentes religiões depende, em grande parte, do que igrejas e terreiros oferecem a seus fiéis ou clientes: assistência médica e jurídica, distribuição de alimentos, centro de lazer ou de encontro de jovens, e cerimônias rituais que constituem igualmente momentos importantes da vida social.

De modo geral, podemos dizer que a maioria da população de Santa Rita procura na Igreja Católica sobretudo os sacramentos, nas Igrejas protestantes, apoio e lazer e, na umbanda, além disto, a cura das doenças. A invisibilidade dos aspectos cognitivos e a visibilidade dos aspectos rituais estão em harmonia com o *habitus* dessas frações das classes populares, pouco instruídas, habituadas a trabalhar com o corpo e a conhecer o mundo por seu intermê-



Credos religiosos diferentes convivem, na disputa aos fiéis, em praça pública.

dio e que preferem, como diria Lévi-Strauss, a ciência do concreto às racionalizações abstratas.

Assim se explica a atração especial da umbanda, que faz um uso do corpo menos racional que as outras religiões, utilizando-o largamente em seus rituais (cantos, danças, transes, bebidas, comidas, vestimentas). Além disso, o fenômeno da possessão, ou incorporação, constitui, como o próprio nome indica, uma materialização do sobrenatural (o espírito se corporifica, toma posse de um corpo), possibilitando inversões simbólicas de papéis, do tipo ao mesmo tempo demonstrativo e catártico — homens vivem simbolicamente papéis femininos, adultos tornam-se crianças, pessoas desprovidas de poder material e socialmente es-

tigmatizadas (escravos, índios, negros, prostitutas) tornam-se poderosas e respeitadas, são "senhores no terreiro".

Se no catolicismo e no protestantismo o iniciante aprende o catecismo, a Bíblia, na umbanda e no candomblé ele é levado a se exprimir por intermédio do seu corpo e a captar as mensagens que ele transmite. Como no teatro, aprende mais a representar idéias do que a exprimi-las através da fala. É esta primazia do corporal, é este *habitus* corporal que as outras religiões devem destruir para impor suas doutrinas e vender seus serviços. O catolicismo oficial, o mais distanciado deste *habitus* popular e o mais próximo daquele das classes médias e dominantes é, em Santa Rita, a religião que reúne a clientela menos praticante e menos participante. Com exceção das ocasiões em que revive certas práticas religiosas populares, como as procissões.

Já os protestantes — em especial os da Assembléia de Deus, cujas cerimônias cultuais são tão freqüentadas quanto as da umbanda — deixaram os elementos expressivos (cantos, risos e choros, transes, orações espontâneas) exercer um papel considerável em seus rituais. Sob certos aspectos (por exemplo, estrutura e participação da platéia), esses recursos se assemelham bastante aos usados em alguns programas de auditório da televisão brasileira, que gozam de grande prestígio popular (Sílvia Santos e outros do gênero).

A freira atende em sua casa os que a ela recorrem.



Nas religiões onde é maior a separação entre matéria e espírito, corpo e alma, os agentes religiosos (padres, religiosas, pastores) tendem a se limitar à cura da alma. O papel que exercem no domínio do corpo consiste apenas em reforçar o ato médico. Onde a autonomia do corpo é menor, o espiritual acaba por encontrar a própria autonomia, a matéria por se submeter ao espírito, o natural ao sobrenatural, o ato religioso (ou mágico-religioso) podendo se opor ao ato médico, concorrer com ele, mostrar-se igual e mesmo superior a ele.

O sistema de oposições matéria/espírito traduz, em grande parte, o de oposições sociais entre dominantes e dominados, que fundamenta a hierarquia de legitimidade entre ciência e religião, religião e magia, cultura erudita e cultura popular, *habitus* cultivado ou letrado e *habitus* corporal ou iletrado.

Restringindo a competência dos especialistas religiosos às doenças espirituais e às de pouca gravidade, ou àquelas consideradas incuráveis pelos médicos, ou ainda às que não são reconhecidas pela medicina oficial (doenças de rezadores), a população de Santa Rita reconhece implicitamente a natureza subalterna complementar e substitutiva do papel dos especialistas religiosos na cura do corpo. Tanto que um dos critérios fundamentais para a avaliação dos especialistas religiosos é sua capacidade de diagnosticar o mal corretamente e, principalmente, de determinar se a doença é de sua competência ou da competência do médico, encaminhando neste caso o doente a esse especialista: *"Eu levei meu garoto lá pra ele rezar, dar remédio. Ele como curador não trata dessas coisas, era pra conhecer que a doença do menino não era pra ele, e ele não conheceu. Não viu que o menino já estava com a faringe tapada. Cheguei em casa com o menino ruim, naquela noite mesmo foi operado. Mas tratava muito bem. Tratava ou trata, nunca mais voltei lá porque aí perdi a fé, achei que ele devia ter conhecido que a doença não era pra ele"* (dona-de-casa, 42 anos, semi-analfabeta).

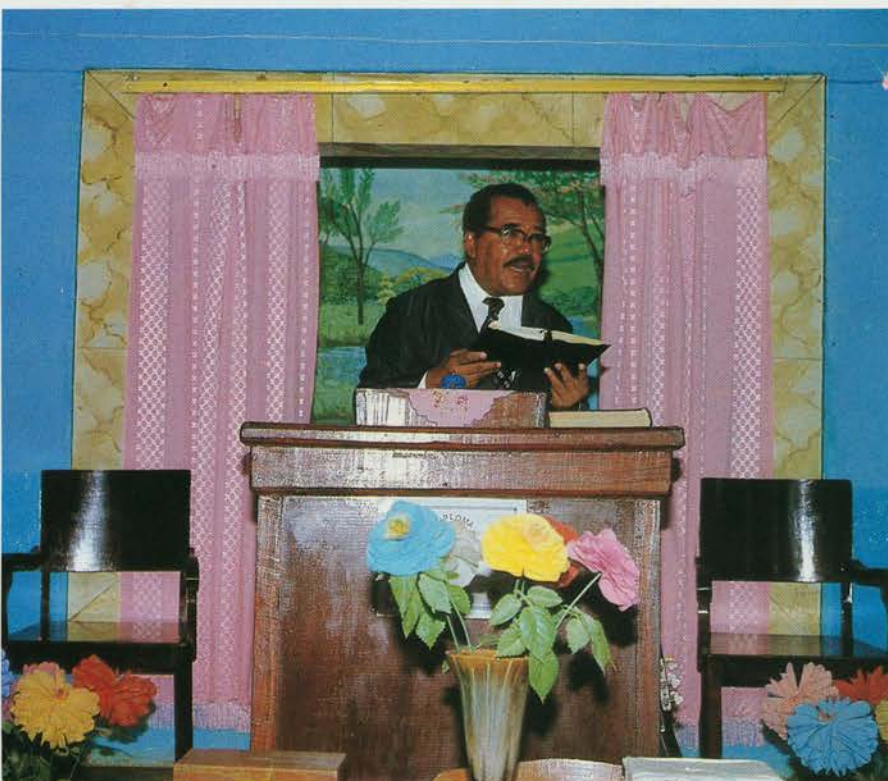
A população de Santa Rita não questiona o valor da medicina oficial para as doenças de médico. Estes, no entanto, podem ser severamente criticados pelo modo como utilizam esse saber. Quando os resultados do tratamento são negativos, não é a medicina científica que é abandonada, mas o médico, "que não está acertando". Se ele escuta com atenção a descrição dos sintomas, examina, solicita exames para confirmar seu diagnóstico e, sobretudo, se explica ao paciente sua doença, a ação dos medicamentos prescritos e a maneira adequada de usá-los, é considerado "um bom médico".

O médico é também julgado pela eficácia do tratamento e, mais especificamente, pelos remédios que prescreve. Se os sintomas das doenças desaparecerem e o paciente julgar que o tratamento foi acertado, o médico é também considerado "bom". Na realidade, esses dois aspectos da avaliação da competência médica estão intimamente relacionados, uma vez que a prescrição de um tratamento sem as explicações devidas leva o paciente a desacreditar da sua eficácia.

Os habitantes do bairro não mantêm com a medicina oficial uma relação passiva. Cada consulta representa uma oportunidade para aumentar a própria experiência — os conhecimentos médicos são capitalizados pela família e pelo grupo da vizi-

nal, é sempre da gente. Eles não criticam o outro não, sempre arranja um jeito de dizer que o outro também acertou" (dona-de-casa, 38 anos, estudos primários).

A ajuda obtida através da experiência dos vizinhos, parentes e outras pessoas que compartilham a mesma situação de classe constitui um meio de contrabalançar o autoritarismo do médico e de controlar a eficácia de seu tratamento. Esse relacionamento desarmado que a população mantém com a medicina oficial é acompanhado, paradoxalmente, de uma resistência coletiva ao médico e à sua ação: cada um tende a divulgar seu diagnóstico e tratamento, sendo toda medida terapêutica inscrita numa espécie de crônica das relações do bairro com a ciência médica.



O pastor batista prega e, quando necessário, dá consulta.

nhança, que tendem assim a confrontar diferentes exames clínicos, diagnósticos e medicamentosos.

A incapacidade de argumentar com o médico em caso de fracasso ou desacordo não deixa ao paciente das classes populares outra alternativa senão a de abandonar o tratamento e procurar outro médico. A relação médico-paciente é percebida como uma relação de poder exercida não por um médico em particular, mas por toda a classe médica e, mais ainda, por todos aqueles que estão do lado do saber dominante. *"Eles (os médicos) fazem o que querem. Vai reclamar pra quem? Pro bispo? Eles não vão acusar um colega. O erro, no fi-*



Ea partir daí que se pode compreender a apreciação em geral negativa que se faz do Instituto Nacional de Assistência Médica e Previdência Social (INAMPS). Esta não se restringe às falhas objetivas de sua oferta terapêutica, mas diz respeito, sobretudo, ao acolhimento ou à atenção médica propriamente dita e à burocratização dos serviços. A prescrição médica é outro elemento evocado para justificar a má qualidade dos serviços prestados pelo INAMPS. O fato de a Central de Medicamentos (Ceme) da instituição nem sempre possuir todos os medicamentos prescritos é freqüentemente interpretado como sinal da incapacidade da instituição em lidar com todas as doenças, principalmente as de tratamento mais dispendioso.

Por outro lado, a embalagem muito simples e padronizada dos medicamentos da Ceme contribui para que se duvide de sua eficácia — daí o termo “agüinha choca”, utilizado muitas vezes para designá-los e denunciar o baixo padrão da atenção médico-previdenciária. “Eu não vou muito no INPS. Fui uma ou duas vezes só, mas não gostei do modo como o médico me tratou. Então eu nem vou porque sei que não vai resolver mesmo. Demora muito pra ser atendido. O pessoal até fala: eu vou pra ver se chegando lá eles me dão aquela agüinha choca. Eles dão pra pessoa, se tem uma doença, dão aquele vidro de remédio, se outro vai com outro tipo de doença, eles dão o mesmo remédio. Será que aquele remédio é pra tudo? Não é possível” (dona-de-casa, 48 anos, semi-analfabeta).

A burocratização do INAMPS é denunciada pela desorganização no funcionamento dos diferentes serviços e, sobretudo, pela forma de acolhimento. Isso faz com que a instituição como um todo seja vista como uma “bagunça”, um lugar onde é muito difícil informar-se e fazer-se ouvir. A burocracia do atendimento previdenciário coloca, com freqüência, seus usuários em situações paradoxais. “Eu requeri benefício para tratar dos papéis pra poder operar. Ele (o médico da empresa) encaminhou tudo, quando fez 15 dias que eu estava afastado da firma, me deu alta. Aí eu disse: doutor, eu tenho que operar — se o senhor me dá alta como é que eu vou cuidar dos meus papéis? O meu horário de serviço é das seis da manhã às quatro da tarde, o INPS abre das sete às quatro. Quem vai cuidar dos meus papéis? Só se for o senhor, porque eu não posso, não sou casado, sou sozinho, quem vai resolver? Aí ele disse: não interessa, o negócio é você ficar de alta, trabalhar” (ajudante de pedreiro, 25 anos, instrução primária).

Uma das táticas adotadas para enfrentar essa situação é a de protestar, mas a eficácia é considerada relativa, pois a população do bairro está plenamente conscien-

te de que os canais de comunicação com as instâncias superiores estão, via de regra, fechados às suas reclamações. A defesa de seus direitos acaba, todavia, por repercutir difusamente entre o pessoal subalterno do INAMPS, constituindo o que os médicos chamam de “pressões da clientela”.

Procurar auxílio no INAMPS significa aceitar antecipadamente o “sofrimento”, anular-se perante a burocracia numa primeira etapa e submeter-se ao médico numa segunda. Na realidade, o que o funcionamento do INAMPS impede é o relacionamento tático com a medicina, que permite contornar a relação de poder entre os

Na porta da Assembléia de Deus, o cartaz convidando para as sessões de “cura divina”.



IGREJA DA BENÇÃO

DESFAZEMOS em NOME DE JESUS CRISTO TODOS os TRABALHOS de
MACUMBA * FEITICARIA * BRUXARIA * ETC.

REUNIÕES

MANHÃS	•	9,30	HORAS
TARDES	•	15,00	HORAS
NOITES	•	19,30	HORAS

ESTARÃO ABERTOS OS MEUS OLHOS e ATENTOS OS MEUS DIVINDOS ou AQUELA QUE SE FEZ neste LOCAL — II Crônicas 7:15

*** ENTRADA FRANCA ***

médicos e a população. Se no INAMPS o indivíduo se vê totalmente perdido, é porque, além de estar só, sem a força do grupo perante a instituição, tudo concorre para impedir qualquer tentativa de controle do ato terapêutico. “Eu levei essa menina no INPS toda inchada. A doutora examinou, falou: olha, vamos fazer a guia, a senhora vai internar essa menina hoje. Aí eu pensei: vou apanhar a guia, mas não vou internar ela não. Agradei e fui ao consultório do doutor W. Fiz a ficha, paguei, quando entrei com a menina, ele falou: mas não vejo nada nessa menina pra internar. A doença dela eu resolvo com a maior facilidade. A não ser que a senhora não queira gastar, porque internando não gasta nada. Eu falei: não, prefiro pagar. Não gosto de internar meus filhos. Quase todas crianças, não sei se é sorte, vai pra lá morrer. Pra morrer, morre com o carinho da família. Pra que ir pra lá, por conta deles, sem cuidado, sem carinho? Demos os remédios pra ela, demos uns chás de canado-brejo, bem socado, e ela está aí hoje” (dona-de-casa, 58 anos, semi-analfabeta).

Para evitar os aspectos desagradáveis das consultas do INAMPS, as famílias de Santa Rita preferem recorrer, em caso de doença grave, ao médico particular que tem consultório nos bairros periféricos de No-

va Iguaçu e cobra relativamente pouco por seus serviços. Uma estratégia comum consiste em recorrer ao médico particular para obter o diagnóstico e a prescrição, mas utilizar os serviços do INAMPS para conseguir os medicamentos, fazer os exames de laboratório ou o internamento.

Ao contrário dos médicos do INAMPS, o médico particular é sempre descrito como um profissional que acolhe bem (explicando ao doente sua doença e o tratamento) e que trata com consideração, independentemente do salário do cliente. Em suma, é digno de confiança. “Ele (o médico particular) foi muito legal comigo, muito bom mesmo porque as consultas era com data marcada. Eu falava assim: doutor, eu não tenho dinheiro pra vir fazer a consulta. Ele dizia: eu não quero saber se tem ou não tem, a menina tem é que estar aqui. No dia, eu chegava lá, consultava a menina, se não tivesse dinheiro pra comprar o remédio, ele até me dava porque o importante é salvar a garota, ele disse. Me deu muito remédio, me deu muitas consultas grátis. Pessoa muito bacana” (operário aposentado, 68 anos, semi-analfabeta).

Ao médico particular são atribuídas todas as qualidades, porque é considerado



A mãe-de-santo incorpora a preta-velha conselheira.

competente, não obstante esteja em contato íntimo com sua clientela e compartilhe com ela, senão a mesma situação de classe, pelo menos a mesma origem de classe. “O doutor B nunca clinicou em lugar nenhum a não ser aqui dentro da roça. Formou médico mesmo, formado, mas ele atendia o pessoal daqui mesmo. É competentíssimo, mais competente que muitos que foi para a América do Norte. É porque ele sempre clinicou na roça. Grande médico, capacitado pra tudo” (operário aposentado, 68 anos, semi-analfabeto).

A umbanda faz amplo uso do corpo em cantos, danças e transes rituais.



N o caso de certas doenças, contudo, até os médicos particulares, com sua extrema boa vontade, são considerados incompetentes e seu conhecimento ineficaz se comparado ao dos especialistas religiosos. Cada vez que alguém de Santa Rita se refere a uma cura realizada por um especialista religioso, tendo o doente passado antes pelo médico, insiste sobre o fato de que este último havia considerado a doença incurável e o paciente condenado. A população do bairro atribui aos especialistas religiosos uma competência terapêutica capaz de concorrer com a do sistema médico oficial e mesmo de superá-la.

Em oposição aos médicos oficiais, que “trabalham por dinheiro”, os especialistas religiosos são percebidos como aqueles que exercem a medicina por motivos de solidariedade humana. Mesmo quando operam “verdadeiros milagres” e se sacrificam pela clientela, seus serviços são, geralmente, gratuitos. Na realidade, porém, a “gratuidade” do ato médico religioso só tem sentido em contraposição ao ato médico oficial, considerado uma mercadoria e pago em dinheiro. A doação do curandeiro é retribuída com outra dádiva em espécie, o que oculta a natureza econômica da transação.

Os especialistas religiosos são considerados bons ou maus, conforme sua capacidade para diagnosticar e decidir se a doença é ou não da sua alçada, seu maior ou menor conhecimento dos medicamentos, o poder do seu santo ou de sua reza. “Acre-

dito no rezador porque vi a minha mãe, que era uma, fazer coisa difícil mesmo, e as pessoas tinha tanta fé com ela que não queria mais ver os médicos. Ela não cobrava nada e ganhava era muita coisa, galinha, porco, cabrito. Era chamada em casa às vezes alta noite, e tratou de muita gente, até que começaram a chamar ela de macumbeira, então parou” (dona-de-casa, 45 anos, semi-analfabeta).

Se a população de Santa Rita não utiliza a relação médico-paciente como critério fundamental para julgar os especialistas religiosos é porque, no geral, esta não é uma relação de distância social. Mesmo que os especialistas religiosos conheçam um repertório maior de doenças e possam utilizar um vocabulário mais sofisticado pa-



ra impor um *status* de especialistas, seu universo lingüístico e cultural continua sendo o mesmo de sua clientela.

Os agentes religiosos costumam ser do mesmo grupo de parentesco ou de vizinhança da população. São vistos como fazendo parte do "nós" em oposição aos "outros" — oposição que permite aos membros do grupo afirmar sua identidade e organizar o seu relacionamento com o mundo social. Estão, pois, em condições de escutar e compreender a descrição que os pacientes fazem dos sintomas de sua doença e de lhes explicar de que e por que

sofrem, dissipando as dúvidas, as angústias, a aflição do doente. *"A pessoa sente uma cólica. Às vezes vem do fígado, dos rins, ou do próprio estômago e a pessoa não sabe se explicar, não sabe expressar. Resultado: fica naquela dúvida. Toma um remédio e cura, mas não sabe o que curou e doença mal explicada é doença mal curada, pois cisma também mata. A pessoa tá com medo, às vezes não é aquilo que está pensando. Mas a cisma, aquilo entra na ideia dia a dia, aí ele vai mofinando até morrer"* (biscateiro, 50 anos, semi-analfabeto).

Reconhecer a competência de alguns especialistas religiosos para tratar as doenças espirituais e algumas outras não reconhecidas pela medicina científica (doenças de rezadores) — bem como sua capacidade de intervenção no caso de doenças materiais, que supostamente são capazes de diagnosticar — significa reconhecer a existência de uma outra lógica ou de um outro sistema causal para as doenças. Esse sistema não só foge à compreensão dos médicos e dos especialistas religiosos eruditos, como os exclui. Em virtude mesmo desta exclusão é que eles o classificam simplifadamente como magia e superstições.

As diferentes possibilidades terapêuticas e religiosas aparecem assim como um sistema de defesa coletivo em face dos processos de imposição da legitimidade médica. E se a medicina dominante compreende mal esse sistema de representações e de práticas populares em matéria de cuidados com a saúde é, provavelmente, porque se defende contra o que é, antes de tudo, um sistema de defesa contra ela mesma.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- LOYOLA M.A., *Médicos e curandeiros, conflito social e saúde*. Rio de Janeiro, Difel, 1984.
NEVES D.P., *As curas religiosas e a idealização da ordem social*. Niterói, CUFF/Proed, 1984.
MONTEIRO P., *Da doença à desordem, a magia na umbanda*. Rio de Janeiro, Graal, 1985.
LÉVI-STRAUSS C., *O pensamento selvagem*. São Paulo, Editora Nacional, 1976.
BOLTANSKI L., *As classes sociais e o corpo*. Rio de Janeiro, Geral, 1980.



SUPER-REDES

HARMONIA DAS REDES



óleo Ione Saldanha, reprodução fotográfica Ana Regina Nogueira

SANDAS CRISTALINAS

Há cerca de dez mil anos, os seres humanos descobriram que um pedaço de argila poderia ser endurecido pelo fogo e, se transformado em pote, seria capaz de reter líquidos. Um material inicialmente frágil e maleável passava a apresentar dureza semelhante à da pedra. Esta primeira transformação intencional de um material inorgânico em um novo material — apresentando propriedades inéditas — representa o início da tecnologia ou ciência dos materiais.

Eduardo de Campos Valadares, Marcus Vinicius B. Moreira, José Carlos Bezerra Filho e Ivan Frederico Lupiano Dias
Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais

Um salto significativo para a compreensão dos materiais e suas propriedades se deu sete mil anos depois, quando filósofos gregos especularam sobre sua constituição e propuseram a existência de unidades elementares — átomos —, a partir das quais toda a matéria seria formada. Todavia, foram necessários séculos antes que estas idéias pudessem ser verificadas através de cuidadosos experimentos, à luz de um suporte teórico — desenvolvido nas três primeiras décadas deste século — adequado à escala dos fenômenos atômicos.

Nos últimos quarenta anos, foi possível um avanço significativo na compreensão da estrutura interna da matéria graças ao desenvolvimento de instrumentos e técnicas cada vez mais poderosos, que têm permitido mapear detalhes do ordenamento dos átomos nos diversos materiais. A estreita colaboração entre engenheiros e cientistas de materiais tem possibilitado o desenvolvimento de um grande número de ligas metálicas, polímeros e materiais cerâmicos, a partir de informações precisas sobre as diversas configurações atômicas encontradas nos materiais existentes.

Em 1970, Leo Esaki (prêmio Nobel de Física de 1973) e Raphael Tsu propuseram a idéia de se construir estruturas totalmente distintas das encontradas na natureza, obtidas controlando-se artificialmente o or-

denamento de seus átomos. Esta proposta levou ao surgimento de uma nova classe de materiais. Desde então, tem sido realizado um esforço considerável na construção destas estruturas e na investigação de suas propriedades. Grande parte deste esforço se concentra no estudo de “super-redes” de semicondutores cristalinos (figura 1), com as quais têm sido obtidas espessuras da ordem de uma camada monomolecular. Através da variação da espessura destas camadas e da escolha adequada dos átomos constituintes, é possível controlar diretamente as propriedades físicas das super-redes em nível atômico.

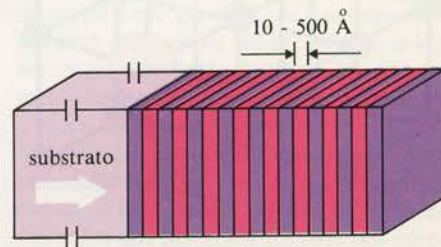


Fig. 1. Finíssimas camadas de diferentes materiais superpostas alternadamente formam uma super-rede. Suas espessuras variam de 10 a 500 angstroms (1 angstrom = 10^{-8} cm). Nesta escala, as leis básicas do mundo microscópico, a mecânica quântica, determinam as propriedades físicas da estrutura. As camadas são depositadas sobre um material base, o substrato, e a seta indica sua direção de crescimento.

Uma das noções básicas para podermos compreender como é feito este controle é a ideia — surgida com o advento da mecânica quântica — de que o elétron apresenta características típicas de fenômenos ondulatórios. Estas características estão relacionadas ao conceito de *dualidade onda-partícula*, que assegura a coexistência destes dois comportamentos e explica como é possível associar o elétron (dotado de massa, uma propriedade de partículas) a fenômenos tipicamente ondulatórios, como interferência e difração.

Estes dois fenômenos ocorrem frequentemente no mundo macroscópico em diversos contextos. Um dos mais familiares é a interferência de ondas circulares produzidas em pontos diferentes na superfície de um lago. Estas ondas se superpõem formando um alto-relevo na superfície da água, com regiões nitidamente mais altas e outras mais baixas, associadas respecti-

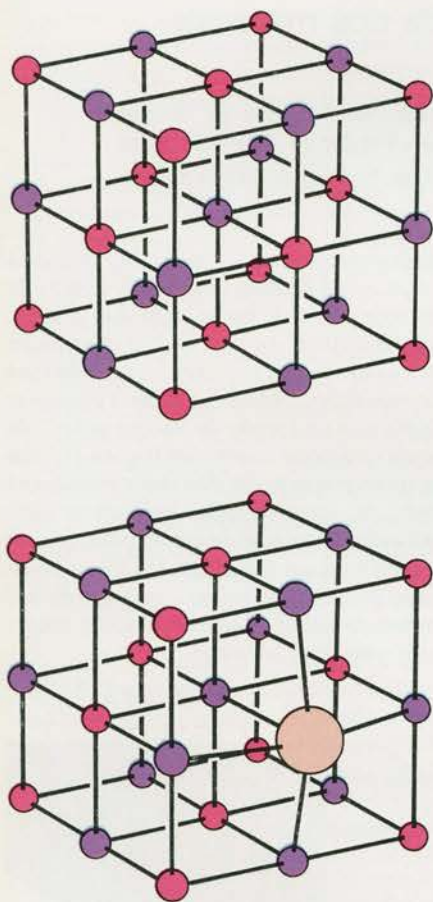


Fig. 2. Um cristal ideal possui uma rede cristalina extraordinariamente perfeita (acima), que tem sido produzida com não mais do que um átomo em dez trilhões fora de sua posição. A falta de átomos, a substituição de um tipo de átomo por outro ou a modificação da periodicidade do arranjo cristalino são considerados “defeitos” da rede (abaixo, um exemplo de substituição de átomos).

vamente ao acúmulo (interferência positiva) e à redução de massa (interferência negativa). Uma configuração similar é formada quando uma onda encontra um obstáculo, produzindo ondas secundárias que se superpõem (difração). Um comportamento semelhante ocorre quando um elétron se move no interior de um sólido cristalino, o qual exibe uma distribuição regular e periódica de átomos (figura 2).

A onda originada pelo elétron (onda eletrônica) está associada à probabilidade de que ele possa ser encontrado em uma certa região do espaço. Ela constitui uma propriedade *intrínseca* do elétron e é uma consequência da dualidade onda-partícula. A variação desta onda com o tempo está diretamente relacionada à energia do elétron — resultante da soma das energias associadas a seu movimento e à sua interação com a rede e com os demais elétrons. Ao interagir com os diversos átomos do cristal, a onda eletrônica sofre múltiplas reflexões, de modo análogo ao que ocorre em um lago quando ondas encontram estacas regularmente espaçadas. Para elétrons com energias situadas em uma determinada faixa, o efeito global deste processo é o de fornecer uma probabilidade nula de o elétron estar presente no cristal (interferência negativa total). A rede cristalina funciona assim como um “filtro”, selecionando as energias dos elétrons encontrados no cristal (probabilidade não nula). Um comportamento muito parecido se passa com instrumentos musicais, como por exemplo um piano afinado, em que ondas acústicas com uma dada frequência ou seus múltiplos (harmônicos) são produzidas ao se apertar uma tecla. As energias dos elétrons em uma rede cristalina corresponderiam às frequências das notas musicais.

Em semicondutores, a faixa de energia “proibida” ao elétron é denominada *gap*, palavra de origem inglesa que literalmente significa lacuna. Para o arseneto de gálio (GaAs) — um dos semicondutores mais empregados na construção de super-redes — o valor do *gap* é de 1,43 eV à temperatura ambiente (300 K = 27° C) e 1,51 eV a 77 K (-196° C), aproximadamente um décimo da energia de ionização do átomo de hidrogênio (a energia necessária para arrancar um elétron da influência do átomo). O *gap*, em um semicondutor, separa duas regiões distintas de energia: a banda de valência e a banda de condução, como ilustrado na figura 3.

A zero grau absoluto (-273° C), a temperatura mais baixa que pode ser atingida, a banda de valência fica completamente ocupada por elétrons. O cristal apresenta então a menor energia possível, desaparecendo totalmente a energia associada à agitação térmica dos elétrons. Nesta situação, o semicondutor não conduz corrente elé-

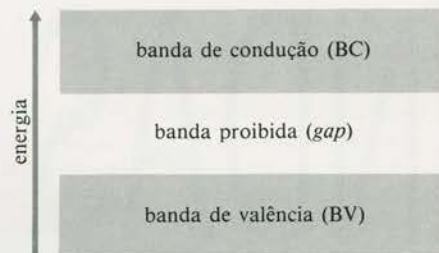


Fig. 3. Diagrama da energia dos elétrons em um semicondutor mostrando a banda de valência (BV), o *gap* (banda proibida) e a banda de condução (BC). A zero grau absoluto os elétrons preenchem completamente a banda de valência, ficando vazia a banda de condução. Elétrons podem “pular” para a banda de condução se a temperatura for aumentada ou se o cristal for iluminado. Os semicondutores são elementos básicos na construção de uma super-rede.

trica, pois todos os elétrons se encontram amontoados na banda, sem ter, portanto, para onde ir. Se a temperatura for elevada, alguns dos elétrons desta banda podem adquirir energia suficiente para vencer a barreira de energia representada pelo *gap* e passar para a banda de condução, onde, além de “livres”, são portadores de carga elétrica. Se uma bateria for conectada aos extremos da amostra semicondutora, eles passam a conduzir corrente elétrica. Existem outras formas de introduzir elétrons na banda de condução — por exemplo, iluminando o cristal. Neste caso, a partir de determinada frequência correspondente ao valor do *gap*, a radiação transfere energia para os elétrons. Para o GaAs, esta frequência se encontra na faixa do infravermelho (10^{12} - 10^{14} Hz).

Dois importantes grandezas são características de elétrons na banda de condução: a *massa efetiva* e a *mobilidade*. As interações dos elétrons desta banda com a rede cristalina fazem com que seu comportamento seja, em boa aproximação, o de elétrons “livres”. Nesta aproximação, o elétron apresenta uma massa que difere da massa real do elétron, denominada massa efetiva. A diferença entre as duas massas pode ser considerável. No GaAs, à temperatura ambiente, a massa efetiva dos elétrons na banda de condução é apenas 7% da sua massa real.

A mobilidade fornece uma medida da facilidade com que um elétron “livre” pode se mover através de um cristal e está associada ao fato de o elétron não ser indefinidamente acelerado na presença de um campo elétrico uniforme, produzido, por exemplo, ao se conectar uma bateria aos extremos da amostra (o campo elétrico está para o elétron assim como a gravidade está para uma bola em queda livre). Isto se deve às colisões que o elétron sofre com os defeitos da rede, transferindo energia para a mesma. O elétron adquire finalmente uma velocidade constante, denominada ve-

localidade de arraste. A razão entre esta velocidade e o campo elétrico aplicado é a mobilidade. Ela pode variar, por exemplo, com a temperatura (ocasionada pela agitação térmica da rede) e com o grau de pureza do semiconductor.

Consideraremos, como exemplo ilustrativo, uma super-rede tendo como elementos básicos o GaAs e a liga de arseneto de gálio e alumínio $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, onde x representa a proporção de átomos de alumínio na liga. Isto significa, por exemplo, que para $x = 0,3$ a liga contém 30% de alumínio e 70% de gálio. A introdução de alumínio na liga é feita substituindo os átomos de gálio por átomos de alumínio, sem que haja alterações significativas (para uma determinada faixa de concentrações de alumínio) nas características cristalográficas originais do arseneto de gálio.

Ao “sanduiche” $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ corresponde o perfil de energia mostrado na figura 4. Este perfil ocorre porque o *gap* da liga do arseneto de gálio e alumínio é maior do que o *gap* do arseneto de gálio, graças à presença do alumínio (quanto maior a concentração de alumínio maior o *gap* da liga).

É interessante comparar o comportamento de um elétron no poço de energia que se forma no GaAs com o de uma bola nos poços familiares do mundo macroscópico. Existem diferenças notáveis entre as duas situações. Uma bola no fundo de um poço pode ser chutada com intensidades arbitrárias (sem, é claro, se chegar ao extremo de furá-la com a intensidade do chute!), adquirindo energias que podem variar de modo contínuo. O mesmo, contudo, não se passa com um elétron no poço criado pelo “sanduiche” de semicondutores quando se tenta transferir energia para ele.

Apenas certas energias podem ser transferidas para o elétron, o que significa que sua energia no poço só pode variar aos saltos (variação descontínua). Pode-se estabelecer ainda uma analogia entre a variação de energia do elétron no poço com as posições do dial de um rádio. A situação da bola é associada neste caso ao fato de que a *qualquer* posição do dial corresponde alguma estação. Na prática, todavia, é possível escutar uma estação apenas quando o dial se encontra em certas posições (frequências), que corresponderiam aos valores “discretos” de energia do elétron no poço. Diz-se, então, que a energia do poço é *quantizada* — daí a denominação *poço quântico*. Mais surpreendente ainda é que, ao contrário da bola, existe uma probabilidade finita de se encontrar o elétron fora do poço, dependendo de suas dimensões. O poço impõe ainda uma energia mínima ao elétron. Esta condição não existe na si-

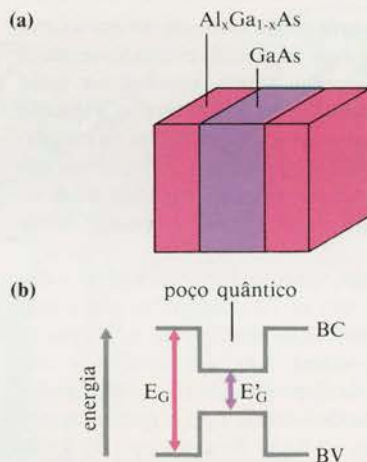


Fig. 4. (a) Um poço quântico é formado “sanduichando-se” uma camada de um semiconductor (por exemplo, GaAs), com *gap* E_G entre duas camadas de outro semiconductor (por exemplo, $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$) de *gap* E'_G , diferente de E_G . (b) Perfil de energia correspondente à estrutura do “sanduiche” mostrado na figura 4a.

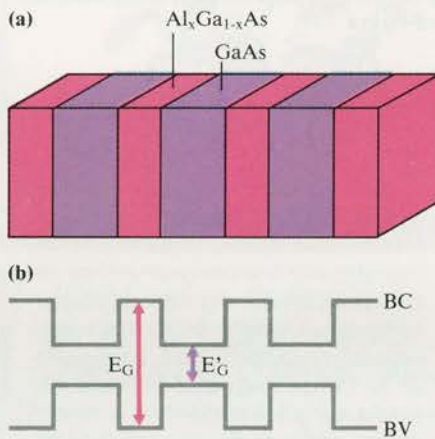


Fig. 5. (a) Uma super-rede é formada superpondo-se estruturas idênticas à mostrada na figura 4a. (b) Perfil de energia correspondente à super-rede da figura 5a. Ela é denominada *composicional do tipo I*: o fundo da banda de condução e o topo da banda de valência variam em sentidos opostos.

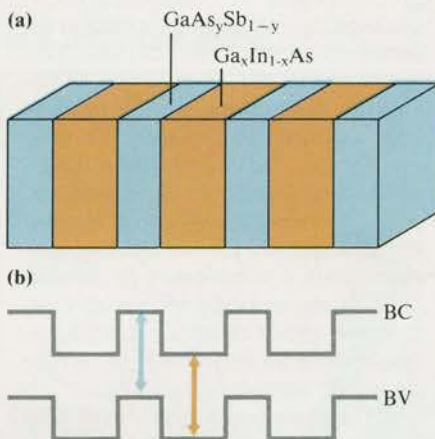


Fig. 6. Super-rede *composicional do tipo II*. O perfil da banda de condução acompanha o perfil da banda de valência.

tuação da bola, pois nela nenhum limite é estabelecido para a energia da bola.

Como será descrito adiante, as modernas técnicas de crescimento de filmes semicondutores (camadas de materiais semicondutores com espessuras de até alguns micrometros, sendo que $1 \mu = 10^{-4}$ centímetro) permitem que sejam construídos — com grande precisão — poços quânticos com os mais diversos perfis. Para se obter a super-rede basta repetir o mesmo processo da construção de um poço quântico, com a deposição de novas camadas, como ilustrado na figura 5.

Caso a distância entre dois poços consecutivos seja suficientemente pequena, é possível a um elétron passar de um poço ao outro, em virtude da existência de uma probabilidade não nula de o elétron se encontrar fora do poço. Este efeito é denominado *tunelamento*. A super-rede como um todo funciona como um “filtro”, permitindo que elétrons nela injetados com determinadas energias, ditas “ressonantes”, atravessem a estrutura como se ela não existisse.

Nas camadas do GaAs, os elétrons da banda de condução têm seu movimento tolhido na direção de crescimento das camadas. Eles não somente se encontram confinados espacialmente pelas paredes do poço (as camadas de AlGaAs adjacentes), como também apresentam uma energia correspondente ao movimento na direção de crescimento quantizada, em razão do caráter quântico do poço. Em camadas de GaAs muito finas (poços muito estreitos) a energia seguinte acima da energia mínima do poço é relativamente grande. Assim, fica praticamente impossível para os elétrons mudarem a sua energia dentro do poço. Nestas condições, pode-se dizer que o movimento dos elétrons nas camadas de GaAs é praticamente bidimensional (como se fossem animais pesados demais para se mover em três dimensões). Estes elétrons se comportam como se fossem “livres” (com uma massa efetiva), constituindo um gás de elétrons bidimensional, e são dotados de mobilidade consideravelmente maior do que nas amostras tridimensionais do mesmo material à mesma temperatura. Isto permite empregar as super-redes em experimentos de grande interesse básico, como o efeito Hall quântico (ver “Padrão de resistência”), realizados com grande resolução a temperaturas muito baixas.

A super-rede de $\text{GaAl}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ mostrada na figura 4 é denominada *composicional do tipo I*. Nela, os perfis das bandas são tais que o topo da banda de valência e o fundo da banda de condução variam em sentidos opostos (figura 5). Já na super-rede *composicional do tipo II* (figura 6), o perfil da banda de valência acompanha o da banda de condução.

Uma terceira modalidade de super-rede é a chamada *super-rede por dopagem*. A dopagem constitui uma forma comumente empregada para alterar as propriedades elétricas de um semicondutor. Este processo consiste em introduzir no semicondutor, através de diferentes técnicas, átomos capazes de ceder um ou mais elétrons para a banda de condução do cristal. Este tipo de átomo dopante é denominado *doador* ou do tipo *n*. Inversamente, é possível introduzir um átomo capaz de capturar um elétron de um átomo do cristal que se encontra na sua vizinhança. Isto gera um “buraco” na banda de valência, pois o elétron capturado deixa um vazio nesta banda. Este “buraco” se comporta como uma carga positiva, igual em módulo à do elétron, e é gerado toda vez que um elétron deixa a banda de valência. Massa efetiva e mobilidade também são definidas para os “buracos”. Um dopante com estas características é denominado *receptor* ou do tipo *p*. Os dopantes são quase sempre escolhidos de modo que não sejam nem muito

maiores nem muito menores do que os átomos originais do cristal, evitando-se assim que distorções sejam geradas na rede. Atualmente, é possível controlar a injeção de dopantes em semicondutores na proporção de partes por milhão. A estrutura que é mostrada na figura 3 representa um semicondutor não dopado, chamado *intrínseco*.

Em uma super-rede por dopagem, a elaboração dos perfis das bandas não ocorre pela substituição do Ga pelo Al, como no exemplo acima, mas pela introdução controlada de dopantes, do tipo *p* (por exemplo, o berílio) ou do tipo *n* (por exemplo, o silício), no lugar do arsênio e do gálio. É bom salientar que a proporção de dopantes em relação aos átomos originais é muito inferior comparativamente à proporção de Al na liga de arseneto de gálio e alumínio do exemplo mencionado de super-rede composicional do tipo I. A elaboração dos perfis se dá conforme a existência de regiões com cargas elétricas, como ilustrado na figura 7.

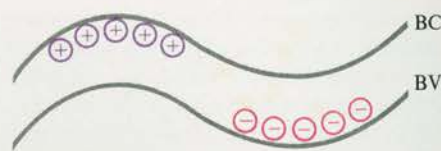


Fig. 7. Super-redes por dopagem. Os perfis da banda de condução e da banda de valência são construídos através da introdução controlada de dopantes, com a criação de regiões de carga elétrica.

A técnica mais avançada atualmente empregada para o crescimento de filmes finos, permitindo assim a construção de super-redes, é a epitaxia por feixe molecular (MBE) (ver “Crescimento de super-redes”). Esta foi a técnica pela qual optou o Grupo de Semicondutores do Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais.

O equipamento de MBE da UFMG é o primeiro a ser instalado na América Latina. A operação deste equipamento requer um ambiente muitíssimo mais limpo do que o das salas cirúrgicas. Um laboratório deste

PADRÃO DE RESISTÊNCIA

A estrutura do poço quântico das super-redes permite a observação de um fenômeno inteiramente novo, descoberto em 1980 por Klaus von Klitzing: o efeito Hall quântico (EHQ), que é o análogo quântico do efeito clássico observado pela primeira vez em 1879 pelo físico norte-americano Edwin H. Hall. O efeito quântico intrigou inicialmente os físicos, sobretudo pelo fato de ter sido observado com idêntica precisão em diferentes amostras, com graus variados de pureza. A compreensão atual do fenômeno mostra, no entanto, que a presença de impurezas é essencial para sua observação (ver “O efeito Hall quântico”, em *Ciência Hoje*, nº 31).

Um fenômeno correlato, agora conhecido como efeito Hall quântico fracionário (EHQF), foi observado por Daniel Tsu, Horst Stormer e Arthur Gossard em 1982. Este novo efeito foi observado em super-redes a temperaturas muito baixas (cerca de 0,5 K) e em campos magnéticos duas vezes maiores do que o utilizado nos experimentos do EHQ. Até o momento, os diversos modelos propostos não foram capazes de explicar satisfatoriamente todos os aspectos do EHQF.

Fundamental para a compreensão do efeito Hall quântico é a interação de um elétron com um campo magnético uniforme, no contexto da mecânica quântica. Classicamente, ao se aplicar um campo magnético perpendicular ao pla-

no onde portadores de carga (no caso, o gás de elétrons bidimensional) se encontram confinados, as partículas carregadas passam a descrever órbitas circulares, com raios diretamente proporcionais à velocidade das partículas e inversamente proporcionais à intensidade do campo magnético aplicado. Segundo a mecânica quântica, a energia de uma partícula em uma órbita fechada, como neste caso, só pode assumir valores discretos, do mesmo modo que um elétron em um átomo só pode ocupar certos níveis de energia.

Para a existência do EHQ é crucial que a energia total de cada elétron esteja quantizada. O campo magnético quantiza apenas a energia relativa ao movimento dos elétrons nos planos perpendiculares à direção do campo. O movimento dos elétrons na direção paralela ao campo não é afetado pelo mesmo. Esta é a razão pela qual é fundamental a existência do poço quântico. A função do poço, ao confinar elétrons em uma camada (gás de elétrons bidimensional), é justamente a de completar a quantização da energia dos elétrons, ao tornar discreta a energia correspondente ao movimento na direção do campo magnético aplicado.

No experimento original de von Klitzing foi empregado um transistor de efeito de campo, com uma estrutura composta de metal/óxido/semicondutor (silício), conhecido como MOSFET,

que permite a existência do gás de elétrons bidimensional. Este é um dispositivo de estado sólido de grande interesse tecnológico, sendo utilizado na construção da memória e da unidade central de processamento dos modernos computadores.

A observação do EHQ em super-redes de arseneto de gálio requer campos magnéticos menores do que em um dispositivo MOSFET. Isto está essencialmente ligado ao fato de que, no arseneto de gálio, os elétrons apresentam uma massa efetiva cerca de duas vezes e meia menor do que no silício. A massa efetiva (m^*) aparece na razão B/m^* , que representa o parâmetro mais importante do EHQ. Uma massa efetiva menor implica uma intensidade B de campo magnético menor para um dado valor deste parâmetro, o que favorece o arseneto de gálio. Isto explica em parte por que até o presente o EHQF só foi observado em super-redes.

O EHQ, por envolver constantes físicas fundamentais (a constante de Planck e a carga do elétron), permite estabelecer um padrão de resistências com altíssima precisão, com a grande vantagem de não depender do grau de pureza da amostra. Este efeito constitui também uma forma independente de se determinar o valor da constante de estrutura fina, que é a constante fundamental da teoria quântica da radiação, a eletrodinâmica quântica.

CRESCIMENTO DE SUPER-REDES

A técnica conhecida como *molecular beam epitaxy* (MBE) consiste fundamentalmente no crescimento de filmes finos com composição e espessura controladas, sobre um material base, o substrato (por exemplo, o arseneto de gálio de alta qualidade cristalina), a temperaturas relativamente baixas comparadas com o ponto de fusão do material (entre 450 e 700° C). Um esquema contendo os elementos básicos envolvidos no processo de obtenção de estruturas como super-redes por MBE é ilustrado na figura 8 (ver "Películas monocristalinas por feixe molecular", em *Ciência Hoje* n° 22, p. 14).

São possíveis variações abruptas ou contínuas da composição e/ou dopagem do filme em crescimento, produzindo assim perfis descontínuos ou contínuos, com elevado grau de reprodutibilidade. Taxas de crescimento da ordem de 0,1-10,0 micrometros/hora podem ser alcançadas. Para se ter uma idéia da lentidão do processo de crescimento das camadas, basta fazer uma comparação com a taxa de crescimento (suposta constante) de uma criança entre zero e dez anos de idade, estimando-se que neste período ela tenha crescido um metro. Este crescimento ocorre a uma taxa de 11 micrometros/hora! Assim, ta-

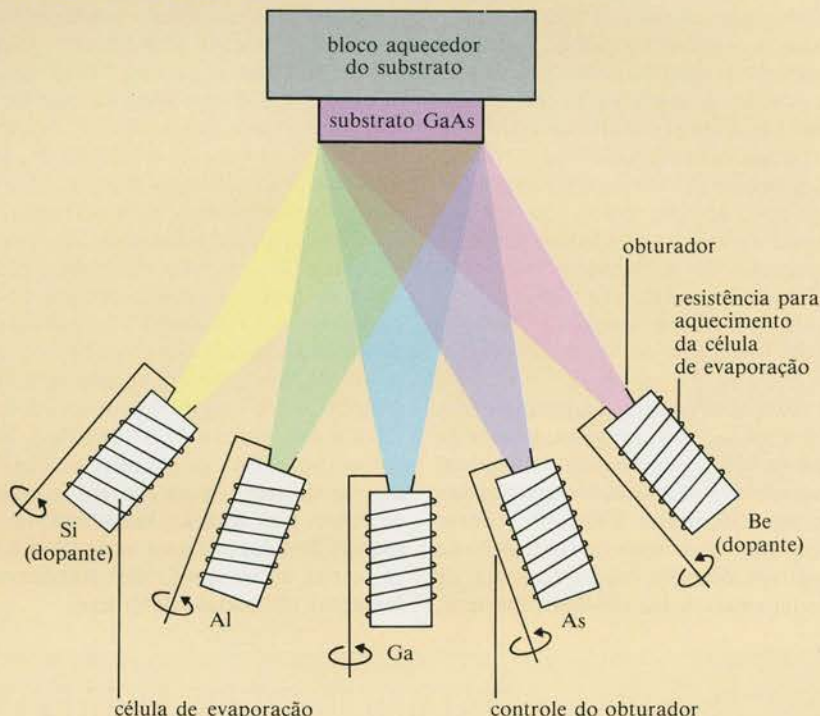


Fig. 8. Esquema contendo os elementos básicos envolvidos no crescimento de estruturas como super-redes pela técnica de MBE. Feixes moleculares (representados por diferentes cores) provenientes de células de evaporação isoladas termicamente uma das outras, aquecidas através de resistências elétricas, incidem sobre o substrato, formando as sucessivas camadas da estrutura. O controle dos feixes é feito abrindo e fechando os obturadores. Esta operação pode ser manual ou automática. Microprocessadores permitem a automatização do processo de crescimento, possibilitando a construção de complexas estruturas.

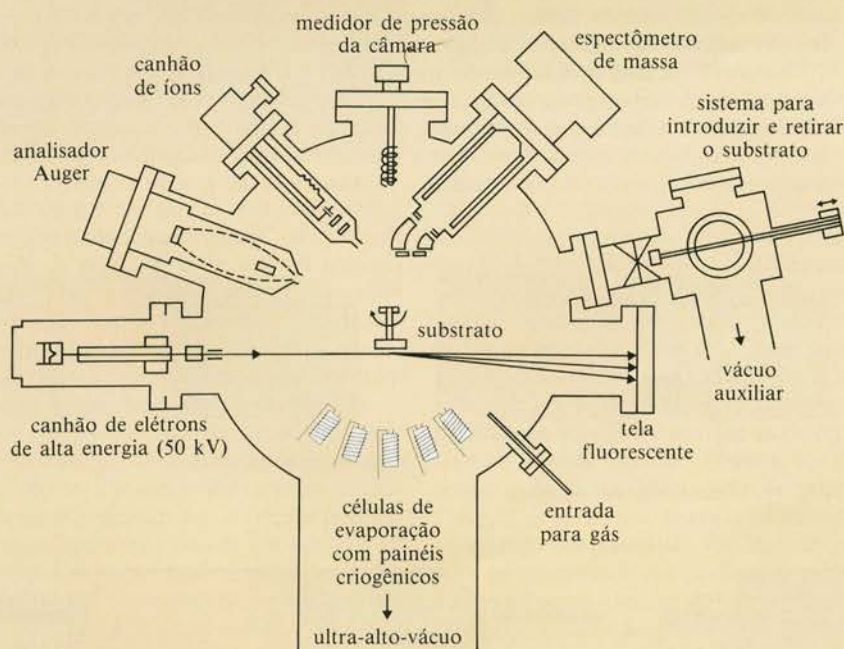


Fig. 9. Esquema contendo os elementos básicos de um moderno sistema de crescimento MBE. Os diversos instrumentos auxiliares mostrados na figura permitem um controle *in loco* da qualidade das camadas em crescimento durante todas as etapas do processo. É necessário um ultra-alto-vácuo inicial (pressão de 10^{-10} torr, cerca de 10^{-13} vezes menor do que a pressão atmosférica) para eliminar ao máximo a presença de impurezas residuais nas estruturas obtidas.

xas até cem vezes mais lentas do que a do crescimento humano podem ser obtidas com MBE. Já foi possível, desta forma, produzir poços quânticos quadrados ou parabólicos com grande precisão. Estes poços são ilustrativos, pois eram tidos apenas como idealizações teóricas nos livros e textos de mecânica quântica. Poços muito mais complexos têm sido construídos com esta técnica.

Uma das limitações da epitaxia por feixe molecular é que, uma vez carregadas, as células de evaporação deverão conter sempre o mesmo elemento, pois do contrário haveria o risco de contaminação, mesmo havendo uma cuidadosa limpeza das células. Isto restringe o número de constituintes que podem ser empregados. Todavia, é possível construir uma quantidade enorme de estruturas com diferentes propriedades físicas a partir de um número limitado de materiais base, variando-se as taxas de crescimento e composição das camadas.

Na figura 9 é apresentado um esquema contendo os elementos básicos de um moderno sistema de crescimento MBE e os aparelhos auxiliares para acompanhamento do processo.

porte deve contar com filtros eletrostáticos para eliminar qualquer tipo de poeira ou fonte de contaminação, além de controladores de umidade e temperatura de grande estabilidade, câmara de descontaminação para acesso ao laboratório, e outros equipamentos, visando a manter inalteradas as condições especiais de trabalho.

Dentre as diversas possibilidades existentes, o Grupo de Semicondutores fez opção pela construção de estruturas tendo por base o arseneto de gálio, por ser este um dos semicondutores mais estudados atualmente, apresentando promissoras aplicações tecnológicas com impacto a médio e a longo prazos (ver "Supercomputadores: a batalha dos nanossegundos", em *Ciência Hoje* n.º 25).

Os avanços na construção de super-redes composicionais e por dopagem, através da técnica de MBE, já permitem um conjunto diversificado de aplicações tecnológicas destas novas estruturas. Estas aplicações se concentram basicamente na fabricação de dispositivos optoeletrônicos (capazes de converter sinais de luz em sinais elétricos,

ou vice-versa), cujo excelente desempenho em alguns casos permite prever sua produção em escala industrial em um futuro não muito remoto.

Dispositivos eletrônicos e optoeletrônicos como diodos, transistores, *lasers*, LED's e fotodetectores (ver "Dispositivos de estado sólido") produzidos pela técnica de MBE apresentam, em muitos casos, características bem superiores às dos dispositivos produzidos por técnicas de crescimento epitaxial mais convencionais. Estes dispositivos são básicos em sistemas de comunicação óptica em que cabos telefônicos comuns são substituídos por fibras ópticas (uma "mangueira" de quartzo capaz de conduzir luz) e os sinais elétricos por pulsos de *laser* (dispositivo que permite a geração de um feixe intenso de luz em uma faixa muito estreita de frequências). Este sistema apresenta, entre outras vantagens, a possibilidade de uma enorme economia de cobre, pois diversas linhas individuais são substituídas por uma única fibra óptica, capaz de transmitir simultaneamente inúmeras chamadas telefônicas.

No Brasil, a comunicação por fibras ópticas já ocorre em pequena escala, devendo ser implantada futuramente nos grandes centros. A tecnologia para obtenção das fibras ópticas e dos *lasers* utilizados em sistemas de comunicação óptica se encontra em fase de transferência para o setor industrial. O desenvolvimento desta tecnologia resultou de um esforço conjunto de pesquisadores da Telebrás e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

A construção de *lasers* por MBE requer os mesmos perfis empregados na construção deste dispositivo com semicondutores convencionais. Uma das grandes vantagens da utilização de super-redes é que a corrente elétrica mínima necessária ao seu funcionamento (a corrente de limiar) é mais baixa do que no caso dos outros *lasers* operando na mesma faixa de frequências, o que é bastante vantajoso, pois evita que o dispositivo esquente, assegurando com isto um bom desempenho mesmo sendo operado continuamente.

Atualmente, os *lasers* produzidos por MBE são dimensionados levando-se em

DISPOSITIVOS DE ESTADO SÓLIDO

Diodo — é formado quando blocos de semicondutores tipo *n* e tipo *p* são colocados em contato (figura 10). Elétrons da banda de condução de *n* e "buracos" da banda de valência de *p* cruzam a interface, aniquilando-se mutuamente e deixando atrás de si os íons (átomos que perderam ou ganharam elétrons, não sendo portanto eletricamente neutros) das impurezas dopantes a descoberto. Assim, nas vizinhanças da interface surgem uma região de carga elétrica positiva no lado *n*, de onde foram removidos elétrons, e uma região de carga negativa do lado *p*, de onde foram removidos "buracos". Este processo termina quando as barreiras de carga positiva (em *n*) e de carga negativa (em *p*) se tornam suficientemente fortes para deter o avanço de elétrons para o lado *p* e "buracos" para o lado *n*. Esta região de carga elétrica é denominada *junção p-n*. O diodo é baseado na existência desta junção.

Consideremos agora o processo de con-

dução elétrica em um diodo. Na figura 11a o diodo não está polarizado. Uma pilha é então conectada aos terminais do diodo. Se o pólo positivo (+) da pilha for ligado ao terminal *p* do diodo e o pólo negativo (-) ao terminal *n* (figura 11b), o diodo conduz corrente elétrica facilmente, pois elétrons são injetados no lado *n* e "buracos" no lado *p*, diminuindo assim as barreiras de carga na junção, que são obstáculos à passagem de corrente, ao compensarem as cargas positivas no lado *n* e as negativas no lado *p*. Na situa-

ção inversa (figura 11c), as barreiras tendem a ficar mais fortes e o diodo conduz uma corrente milhões de vezes inferior à do caso anterior. Esta característica de condução em apenas uma direção dos diodos é fundamental para a maior parte dos aparelhos eletrônicos existentes, como calculadoras, equipamentos de som, rádios e televisores. Gigantescos diodos foram instalados em Itaipu para conversão de corrente alternada em corrente contínua, mais apropriada para linhas de transmissão de grande extensão.

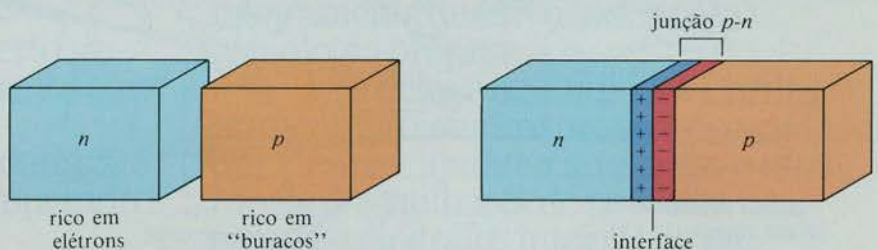


Fig. 10. Constituição de um diodo.

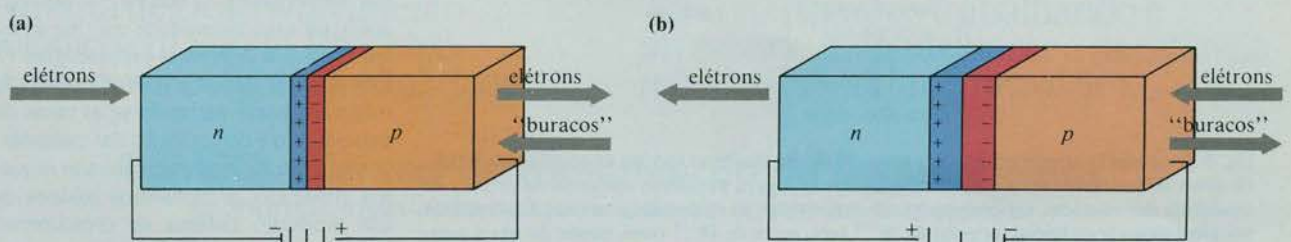


Fig. 11. Processo de condução em um diodo. Elétrons e "buracos" se movem em direções opostas na presença de um campo elétrico.

conta camadas de GaAs e $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ com espessuras variáveis (figura 13a). Estes dispositivos apresentam um bom desempenho à temperatura ambiente, na faixa do infravermelho, que é a faixa usada para comunicações dentro dos grandes centros urbanos e entre cidades vizinhas em um raio de dez quilômetros, sem a necessidade de repetidoras (distâncias maiores requerem este tipo de equipamento, por causa da atenuação dos sinais de luz nas fibras ópticas).

Lasers operando no visível também podem ser fabricados com estruturas de super-redes através da técnica de MBE, bastando para tanto substituir a camada de arseneto de gálio mostrada na figura 13a por uma liga de arseneto de gálio e alumínio, com uma proporção de alumínio menor que nas camadas laterais (figura 13b). Este tipo de dispositivo operando no visível é importante como fonte de luz para impressoras a laser, leitura de discos laser para vídeo e comunicações ópticas. Este exemplo ilustra bem a flexibilidade de sintonização dos dispositivos (no caso, o controle da frequência de operação do dispositi-

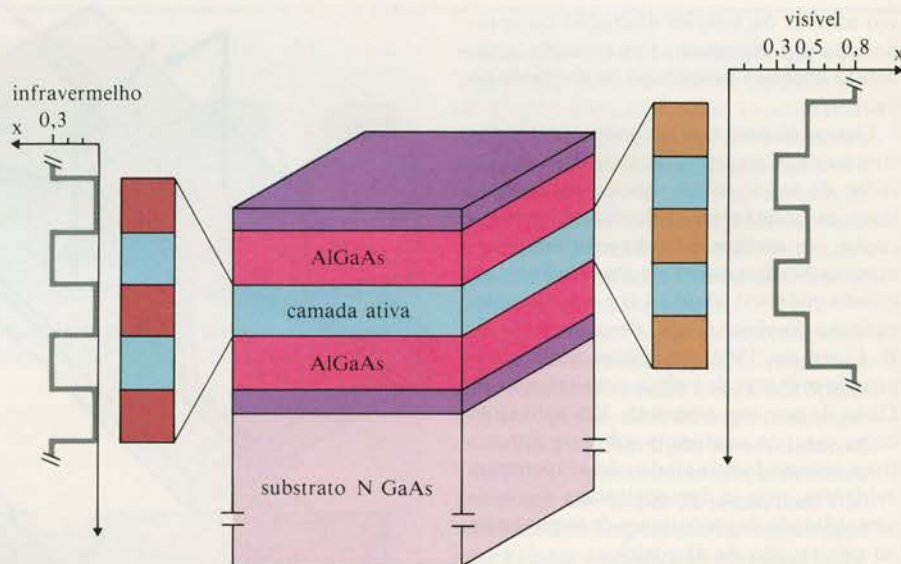


Fig. 13. Laser (dispositivo que permite a geração de feixes intensos de luz em uma faixa muito estreita de frequência), construído com estruturas de poços quânticos. (a) Em lasers operando no infravermelho, os "sanduíches" de poços quânticos apresentam camadas de $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ com uma proporção de alumínio variando de zero a 30%. (b) Em lasers operando no visível, as camadas contêm alumínio em uma proporção que varia de 30 a 50%. No detalhe, um laser DH (dupla heterojunção) em operação.

LED (do inglês *light emitting diode*) — são diodos emissores de luz, cujo princípio de funcionamento é essencialmente o mesmo de um diodo comum. A diferença reside no fato de que em um LED o processo de recombinação (aniquilamento mútuo de elétrons e "buracos") gera luz. LEDs são empregados em comunicação óptica e nos painéis da maioria dos aparelhos eletrônicos.

Fotodetector — um esquema elementar deste dispositivo é mostrado na figura 12. Ele é formado por um "sanduíche" composto de um semiconductor intrínseco — isto é, não dopado (camada de depleção) — entre dois outros semicondutores, um do tipo *p* e um do tipo *n*. O pólo negativo (–) de uma bateria é conectado ao terminal do semiconductor *p* e o positivo (+) é aterrado, produzindo assim um campo elétrico. Ao incidir luz no dispositivo, parte dela é refletida e parte é absorvida. A frequência da luz absorvida corresponde a energias maiores ou iguais ao *gap* dos semicondutores envolvidos. São gerados então pares de elétrons-"buracos", sobretudo na camada de depleção, que se separam em razão da ação do campo elétrico (lembre que elétrons e "buracos" têm cargas opostas), produzindo uma corrente elétrica. A corrente assim gerada produz uma diferença de potencial na resistência R_L , que é proporcional à intensidade da luz absor-

vida. Deve haver um compromisso entre o tamanho da camada de depleção (quanto maior, melhor a eficiência quântica associada ao número de portadores gerados pela luz incidente) e a velocidade de resposta do dispositivo, que requer dimensões reduzidas.

O dispositivo apresentado é uma versão bem simples. Fotodetectores mais sofisticados — conhecidos como fotodiodos de avalanche — introduzem um fator de ganho. Neste caso, os elétrons gerados pela luz absorvida são acelerados por um campo elétrico muito intenso, produzido no interior do dispositivo. Estes elétrons são capazes de ionizar muitos átomos, arrancando elétrons que por sua vez arrancam outros elétrons, em um processo de avalanche. A corrente elétrica é assim consideravelmente amplificada — o que determina o fator de ganho.

Os fotodetectores são essenciais em um sistema de comunicação óptica. Eles demodulam o sinal óptico, isto é, convertem luz em sinal elétrico, que em seguida é amplificado e processado.

Atualmente os sistemas de comunicação óptica operam na faixa do infravermelho. Futuramente, a operação destes sistemas deve se deslocar para frequências menores, onde as fibras ópticas apresentam menores perdas (diminuição do sinal original) e dispersão mínima (deformação dos sinais transmitidos). Nestas frequências, os fotodetectores atuais não apresentam bom desempenho. A flexibilidade de criação de diversos perfis para as super-redes supre esta deficiência, permitindo que sejam construídos fotodetectores com excelente resposta, satisfazendo as especificações requeridas.

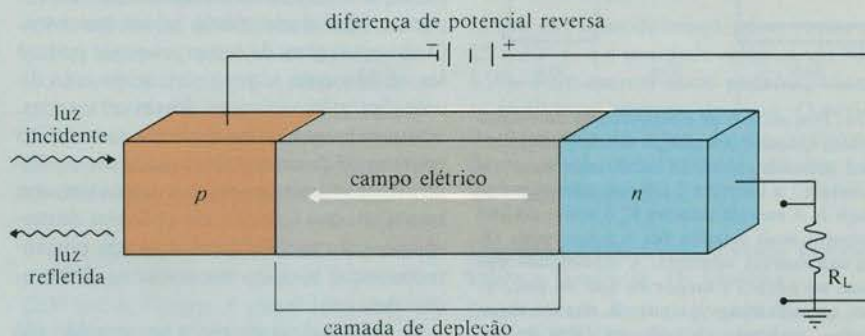


Fig. 12. Desenho de um fotodetector simples (sem ganho interno).

vo) através da simples alteração da composição das estruturas (no exemplo, mudando apenas a proporção de alumínio na liga).

Outros dispositivos já foram construídos com super-redes, como por exemplo um gerador de microondas, que corresponde à faixa de frequências utilizada em comunicações por satélite. Este dispositivo foi denominado *dispositivo de transferência de estado quântico* (figura 14) e simula o mecanismo do efeito Gunn, descoberto por J. B. Gunn em 1963, ao aplicar uma voltagem de milhares de volts a uma amostra de GaAs de pequena espessura. Em aplicações como esta, as vantagens sobre os dispositivos convencionais ainda não se tornaram evidentes, mas já demonstraram a grande versatilidade das estruturas de super-redes na construção de dispositivos.

Um dos aspectos mais revolucionários das super-redes é a possibilidade da construção de estruturas com propriedades inéditas, inexistentes até mesmo nos seus materiais constituintes, ou mesmo com características opostas às encontradas nos semicondutores, como por exemplo fotorresistividade, em que a luz incidida na amostra, ao invés de aumentar, faz diminuir o número de elétrons na banda de condução. Este aspecto cria um grande número de possibilidades, tanto no contexto de aplicações tecnológicas (novos dispositivos) quanto no que se refere à pesquisa básica (estudos da contraparte bidimensional de praticamente todos os efeitos observados em semicondutores tridimensionais, além de outros, inteiramente novos).

Dispositivos como transistores ópticos (o análogo óptico dos transistores convencionais, empregados para amplificar sinais elétricos) e portas ópticas (figura 15), que permitam ou impedam a passagem da luz conforme a voltagem aplicada, construídos com base em super-redes, deverão permitir a produção de circuitos integrados contendo componentes eletrônicos e ópticos

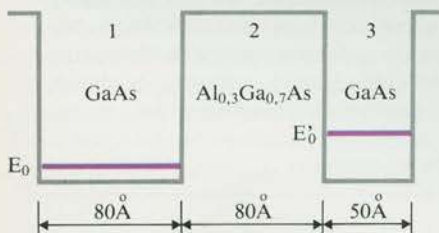


Fig. 14. Dispositivo de transferência de estado quântico. Quando um campo elétrico muito intenso é aplicado, elétrons localizados no poço 1 "tunelam" a barreira 2 e ficam aprisionados no poço 3. A energia mínima E'_0 é maior do que E_0 (quanto mais estreito for o poço, mais alta é a sua energia mínima). A mobilidade dos elétrons no poço 3 é menor do que no poço 1. Assim, quando atingem o poço 3, eles são desacelerados, emitindo radiação na faixa de microondas.

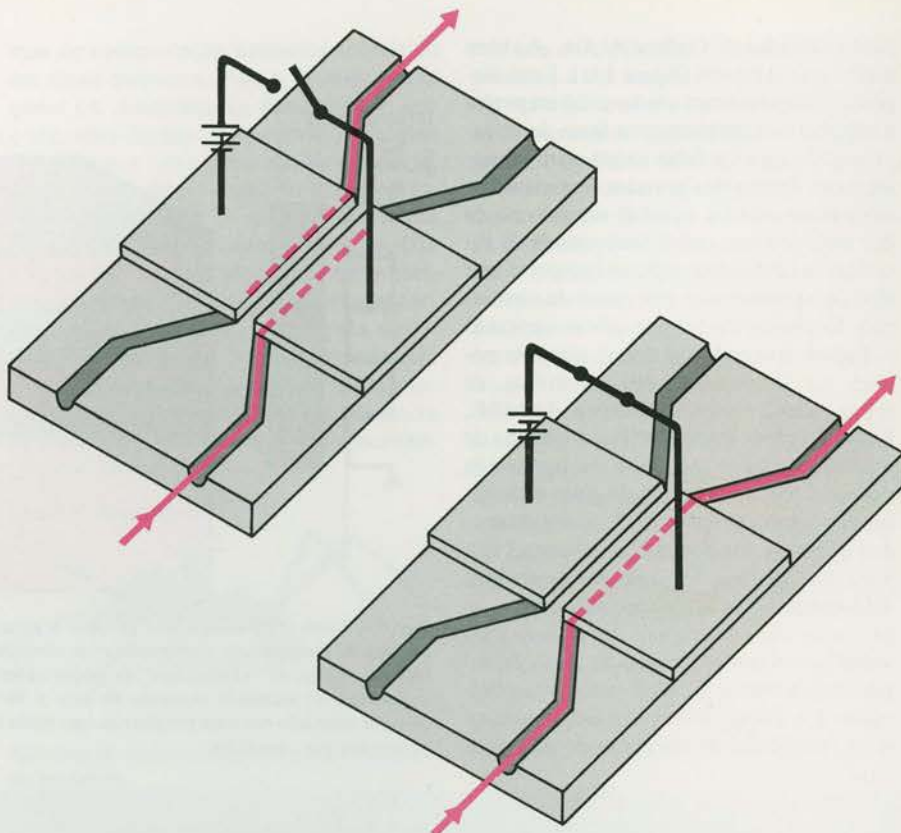


Fig. 15. Conforme a voltagem aplicada, o feixe de luz passa ou é desviado. Estas portas são importantes na implementação de dispositivos eletroópticos.

em um mesmo *chip* (integração eletroóptica). Isto abrirá caminho para a implementação de processamento óptico em paralelo (computadores extremamente rápidos, operando com sinais de luz). O processamento óptico é essencialmente em paralelo. Para ilustrar isto, basta mencionar que quando vemos um objeto, o percebemos como um todo — suas partes são vistas simultaneamente. O processamento eletrônico, por outro lado, é essencialmente sequencial.

A fabricação de circuitos integrados ultradensos, em uma escala que supera radicalmente os limites já alcançados (que correspondem a cerca de 20 milhões de componentes eletrônicos por *chip*, segundo as tecnologias tradicionais), constitui uma das mais ambiciosas e promissoras utilizações de super-redes. Este salto é indispensável para que os supercomputadores projetados para o final deste século sejam possíveis. O altíssimo grau de integração que poderá ser obtido com super-redes se deve às dimensões microscópicas destas estruturas. Isto representa uma mudança qualitativa em termos de miniaturização, pois os dispositivos passam a ser construídos em uma escala em que os princípios básicos de mecânica quântica são cruciais, sendo portanto essencial levá-los em conta na elaboração dos projetos.

O principal obstáculo a ser vencido é o aparecimento de defeitos no processo de

crescimento dos filmes. Estes defeitos representam, guardadas as devidas proporções, verdadeiras "crateras" ou, às vezes, gigantescos "tufos", que devem ser completamente eliminados para que as super-redes sejam efetivamente construídas e apresentem os complexos perfis necessários à fabricação de circuitos integrados. O controle destes defeitos tem recebido considerável atenção, havendo contínuo progresso neste sentido. Isto significa que a construção de poços quânticos, com diferentes perfis, materiais e demais parâmetros, se tornará, em um futuro previsível, uma nova modalidade de engenharia, só que em escala atômica.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- CHEMLA D.S., "Quantum wells for photonics", *Physics Today*, vol. 38, nº 5, 1985.
 COLE B.C., "Ultradense circuits: the drive kickens", *Electronics*, 28 de abril de 1986.
 Vários autores, "Material for economic growth", *Scientific American*, vol. 255, nº 4, 1986 (número totalmente dedicado a novos materiais, inclusive super-redes).
 EASTMAN L.F., "Compound-semiconductor transistors", *Physics Today*, vol. 39, nº 10, 1986.
 ESAKI L., "A bird's eye view on the evolution for semiconductor superlattices and quantum wells", *Journal of Quantum Electronics*, vol. 22, 1986.

Emília PC

TAMANHO
ÚNICO

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

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

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

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

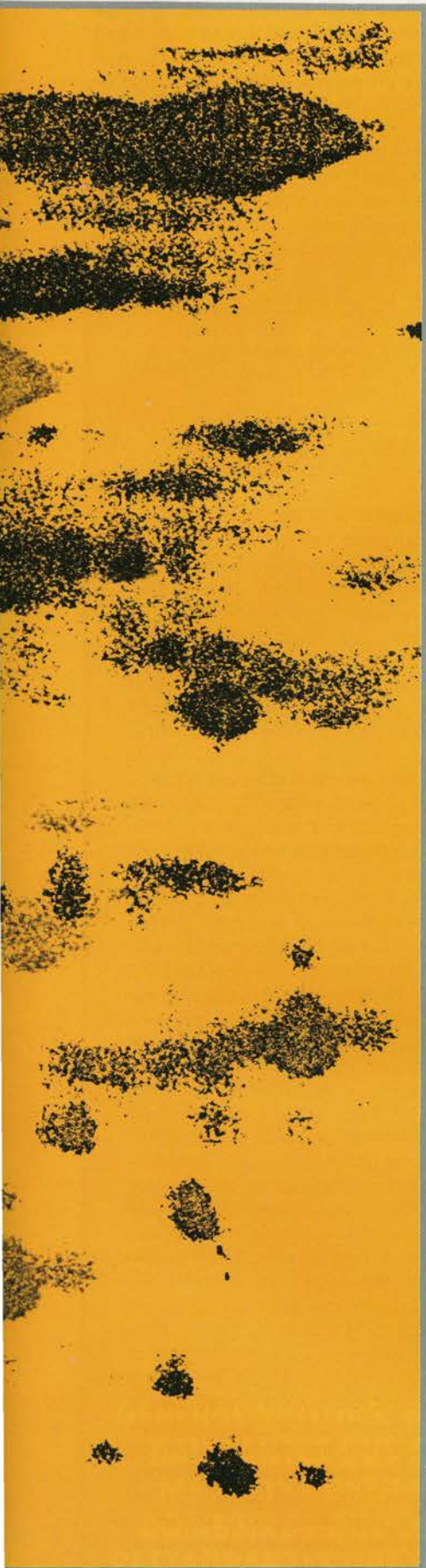
Se você está procurando uma impressora para o seu micro, a Emília PC tem o tamanho certo. E é da Elebra, o que significa alta tecnologia, atendimento personalizado e a maior rede nacional de serviços.



 **elebra**
Divisão Periféricos

TECNOLOGIA NA MEDIDA





CHOQUE TÉRMICO

Maria Christina Manhães Bonato

Departamento de Biologia Molecular, Universidade Federal da Paraíba

Maria Helena Juliani

Departamento de Bioquímica, Universidade de São Paulo

Quando ameaçados por uma acentuada elevação da temperatura, organismos tão diversos quanto bactérias, leveduras, moscas de fruta ou o homem respondem da mesma forma: apresentam, no seu padrão de transcrição gênica e de síntese protéica, um conjunto de alterações a que se dá o nome de resposta ao choque térmico. A capacidade de responder a condições ambientes adversas pela ativação ou desativação reversível de um conjunto específico de genes é notável tanto por sua conservação ao longo da história filogenética das espécies como por sua universalidade.

De fato, a resposta ao choque térmico é controlada de forma bastante semelhante nos reinos vegetal e animal. Consiste, em todos os organismos vivos conhecidos, na ativação de certo número de genes (ditos de choque térmico) que, por sua vez, levam à síntese de uma série de proteínas (proteínas de choque térmico) cuja função, supõe-se, é proteger a célula contra o dano térmico. Constata-se homologia — isto é, grande semelhança na sequência de ácido desoxirribonucleico — entre os genes de choque térmico e suas sequências regulatórias em praticamente todos os organismos vivos. Também as proteínas de choque térmico são semelhantes nos mais diferentes organismos. Essa impressionante estabilidade evolutiva sugere que sua função é tão crucial que não admite modificações, mesmo nas células que mudam pronunciadamente ao longo da

evolução, por pressão da seleção natural. Não só elevações de temperatura desencadeiam esse processo. Estresses provocados por fatores de ordem física ou química (entre os quais podemos citar agentes tóxicos como o etanol, íons de metais pesados, arsenito — NaAsO_2 — ou uma privação temporária de oxigênio) dão lugar ao mesmo tipo de resposta.

Uma das linhas de investigação mais interessantes sobre esse assunto é a que envolve a comunicação entre o meio ambiente e o aparato genético: como a célula detecta as alterações de temperatura ou outras formas de agressão, de modo a poder responder, rápida e especificamente, através de alterações de seu padrão de expressão gênica? Qual a função das proteínas que passam a ser sintetizadas? Porque essa resposta se terá conservado em todos os organismos conhecidos? Seria a atividade dos genes de choque térmico controlada por um único mecanismo, num processo em que os diferentes tratamentos sofridos pela célula afetariam, em última instância, a concentração de uma molécula-sinal comum?

O interesse dessas questões, que vêm norteando inúmeras pesquisas, transcende o plano teórico — estão ligadas à solução de problemas tais como o aumento da produtividade agrícola ou o uso efetivo da hipermia na prevenção do câncer ou do desenvolvimento de anomalias provocadas por agentes teratogênicos (ver “Usos da hipermia na medicina e na agricultura”).

A característica principal da resposta ao choque térmico é a síntese transitória e maciça das proteínas de choque térmico (ou *hsps*, do inglês *heat shock proteins*), muitas vezes associada à repressão da síntese de proteínas normais. A função específica das *hsps*, contudo, ainda não foi completamente esclarecida. Tende-se a associar sua presença à indução da termotolerância, que permitiria às células resistir, após um tratamento térmico

inicial, a tratamentos térmicos subsequentes em temperaturas que, de outra forma, lhe seriam letais. Tal resistência é transitória e não herdada.

Por outro lado, as pesquisas relativas à estrutura e à organização dos genes de choque térmico — que foram dos primeiros a ser clonados e seqüenciados — evoluíram rapidamente. Sabe-se agora que esses genes foram muito conservados ao longo da evolução, tanto em suas seqüências codi-

ficadoras como em suas seqüências regulatórias, ao contrário das *hsps*, que apresentam padrões variados segundo as espécies, e até mesmo segundo as fases de desenvolvimento do organismo.

A alteração dramática e transitória dos padrões de síntese protéica provocada pelo choque térmico fornece um excelente sistema experimental para o estudo da fisiologia celular básica, bem como da regulação da expressão gênica em níveis de trans-

USOS DA HIPERTERMIA NA MEDICINA E NA AGRICULTURA

A termotolerância é a resistência a temperaturas bastante elevadas adquirida por células anteriormente submetidas a hipertermia. Constituinte de uma reação à agressão, trata-se de um fenômeno transitório, ao contrário da resistência ao calor herdada geneticamente.

Como há semelhança entre sua indução e a da síntese de proteínas de choque térmico (*hsps*), a termotolerância tem sido associada à resposta ao choque térmico. Quando um organismo, após ter sido submetido à hipertermia, é incubado em temperatura normal, sua capacidade subsequente de sobreviver em temperaturas extremas decai com o tempo de incubação naquela temperatura. Este decaimento é acompanhado da degradação de *hsps*.

Entretanto, embora existam muitas evidências de que a síntese dessas proteínas é um evento crucial na proteção dos organismos, os efeitos fisiológicos do calor são bastante complexos e a relação entre eles e a morte da célula não está elucidada. A questão é que as células em estados metabólicos diferentes e em diversos estágios de diferenciação podem ser mortas por mecanismos diferentes. Diante disto, torna-se cada vez mais premente compreender o papel desempenhado pelas *hsps* na termoproteção, uma vez que esses fenômenos podem ter usos práticos tão diversos como na terapia do câncer e no aumento da produtividade agrícola.

A hipertermia administrada em conjunto com a radiação ionizante está sendo usada como um importante instrumento na terapia do câncer, com base no fato de que células transformadas seriam mais susceptíveis ao calor que as não transformadas. Recentemente, U. Urano e J. Kahn, da Escola de Medicina de Harvard, em Boston (EUA), trabalhando com tecidos normais e tumorais de camundongos, constataram que a termotolerância se desenvolve rápida-

e extensivamente em tecidos tanto cancerosos como normais. Uma diferença significativa pode entretanto ser observada entre esses tecidos no que diz respeito ao decaimento da termotolerância.

Em tecidos normais, esse decaimento seria incompleto, mesmo 14 dias após o tratamento inicial, enquanto em tumores seria mais rápido, completando-se em aproximadamente oito dias. Variações nesse decaimento dependeriam da dose inicial de calor. Numa primeira aproximação, esses resultados poderiam sugerir que, no tratamento de tumores, deveriam ser usados longos intervalos entre dois tratamentos térmicos, desde que a dose de cada tratamento fosse suficiente para inibir a retomada do crescimento tumoral. Contudo, a hipertermia como medida terapêutica tem sido sempre associada à radiação ionizante e à administração de agentes quimioterápicos, uma vez que ocorre um efeito sinérgico quando esses tratamentos são acoplados. A questão que se coloca é se o desenvolvimento da termotolerância interferiria com o efeito sinérgico. Os dados são ainda contraditórios, os estudos nessa linha de pesquisa são muito escassos e o campo para essas investigações, sem dúvida da maior relevância para a medicina, está aberto.

Seriam essas proteínas de choque térmico sintetizadas durante a febre, nos processos inflamatórios e nas diferentes espécies de estresse a que o organismo humano é submetido? A droga ácido lisérgico (LSD), que causa um aumento de três graus na temperatura corpórea, uma elevação da temperatura ambiente ou a injeção de pirógenos bacterianos, induz a síntese de uma proteína de choque térmico, a *hsp* 74, no cérebro, no coração, no fígado e nos rins de coelho. Tratamentos hipertérmicos em ratos, em que a temperatura retal atinge 42° C, também levam à síntese

de proteínas de choque térmico em vários órgãos.

Em seres humanos, temperaturas maternas maiores que 38,9° C do vigésimo primeiro ao vigésimo oitavo dia de gestação estão associadas a defeitos do tubo neural, como anencefalia, microcefalia e espinha bífida. Uma variedade de defeitos semelhantes também é induzida quando a temperatura de camundongas grávidas ou de embriões explantados de ratos é aumentada a 42-43° C por períodos curtos. Um pré-tratamento desses animais com temperaturas um pouco mais suaves impede o aparecimento daquelas anomalias.

Outro campo para a aplicação prática desses fenômenos de choque térmico e termotolerância é a agricultura. As plantas estão sujeitas diariamente a flutuações de temperatura de até 20-25° C. Tanto a indução de proteínas de choque térmico em temperaturas elevadas como o fenômeno de termotolerância foram recentemente descobertos nas plantas. Janice K. Kimpel e Joe L. Key, da Universidade da Geórgia, nos Estados Unidos, verificaram que, no campo, as plantas de soja sintetizam proteínas de choque térmico quando a temperatura do ar se aproxima de 40° C. Há algum tempo, sabe-se que um período curto de temperatura elevada (por exemplo, vários minutos a 45° C ou 30 segundos a 50° C), geralmente seguidos por algum tempo na temperatura normal de crescimento, pode proteger a planta contra uma subsequente temperatura letal. Durante esse curto tratamento a 45° C, ocorre a síntese de *hsps* e esta continua por algum tempo após o retorno à temperatura normal. Desenvolver plantas que resistam a temperaturas cada vez mais elevadas já não parece ser um sonho, uma vez que os mecanismos moleculares da indução dos genes de choque térmico já são relativamente bem compreendidos.

crição (o modo como a enzima ARN polimerase copia a sequência gênica de ADN sintetizando uma molécula precursora de ARN, o transcrito primário) e de pós-transcrição (o modo como o precursor é modificado, fornecendo a mensagem final — o ARN mensageiro, ou ARNm — a partir do qual a proteína codificada por aquele gene será sintetizada).

Embora se estude desde muito tempo os efeitos do calor sobre o homem e os demais seres vivos, as pesquisas sobre a resposta ao choque térmico remontam apenas à década de 1960. O trabalho pioneiro na área foi desenvolvido por Ferruccio Ritossa, no Laboratório Internacional de Genética e Biofísica, em Nápoles, com a mosca de fruta *Drosophila*.

Na glândula salivar dessa mosca encontram-se cromossomos gigantes, ditos politênicos, que resultam de várias duplicações paralelas do ADN dentro de um único núcleo. Esses cromossomos apresentam um padrão preciso de bandas (regiões densas fortemente coradas) e interbandas (regiões menos densas), característico da espécie. As bandas podem sofrer expansões transitórias, formando uma estrutura típica denominada *puff*, que reflete a atividade gênica nesse local.

Controlada pelos hormônios ecdisteróides, envolvidos no desenvolvimento do inseto, a formação de *puffs* ocorre de maneira bastante regular ao longo desse processo. Em 1962, Ritossa publicou um artigo, pouco notado na época, em que mostrava que o padrão de *puffs* característico de determinada fase de desenvolvimento podia sofrer drástica alteração após choque térmico ou tratamento com dinitrofenol ou salicilato de sódio.

A análise molecular dessa resposta só veio a ser iniciada na década seguinte. Em 1974, o bioquímico suíço Alfred Tissières e colaboradores, trabalhando no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), puderam demonstrar, através de técnicas especiais (figura 1), que o choque térmico, ao mesmo tempo em que induzia a síntese de um pequeno conjunto de polipeptídeos, reprimia a síntese de outros. Posteriormente, verificou-se que os *puffs* induzidos pelo choque térmico ou por outros agentes eram sítios de vigorosa síntese de ARN e que as *hsps* eram sintetizadas a partir dele, numa resposta rápida e transitória à agressão externa.

A demonstração de que a indução dos *puffs* de choque térmico e a síntese de *hsps* eram fenômenos inter-relacionados exigiu, em primeiro lugar, o isolamento de ARNm das células tratadas. Em seguida, esses mensageiros foram hibridizados com os cromossomos politênicos, o que permitiu estabelecer uma relação entre os *puffs* e as

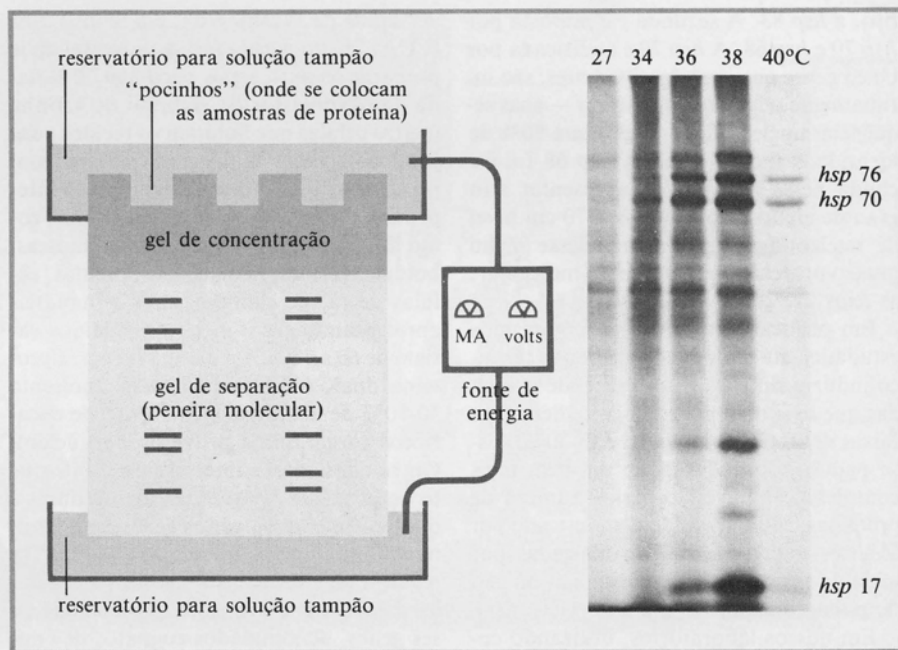


Fig. 1. Sistema utilizado para a separação de proteínas (eletroforese). Suprimindo o meio de cultura de uma célula com um marcador radioativo (como o aminoácido ^{35}S -metionina), é possível observar as diferentes proteínas por ela sintetizadas. Para tanto, estas devem ser colocadas num gel de amido ou acrilamida e submetidas a um campo elétrico. Sob a ação deste, as proteínas migram pelas malhas do gel, ocupando diferentes posições, segundo seu peso molecular e carga elétrica. Em seguida, cobre-se o gel com um filme que será sensibilizado pela emissão dos raios provenientes do isótopo radioativo (^{35}S) incorporado às proteínas. Revelado o filme, aparecerão bandas escuras correspondentes às posições relativas ocupadas pelas proteínas. Este método fotográfico é denominado auto-radiografia. À direita, exemplo de separação de proteínas por eletroforese em gel unidimensional (em que as proteínas migram numa única direção). Com a elevação da temperatura de 27 para 38°C, aparecem no gel algumas proteínas de choque térmico (*hsps*), entre as quais pode-se identificar as *hsps* 76, 70 e 17. Algumas das bandas fortemente marcadas a 38°C representam mais de uma proteína de choque térmico, que podem ser mais eficientemente separadas por eletroforese bidimensional (em que as proteínas migram em direções ortogonais). A 40°C, a expressão das proteínas normais é praticamente nula e só as *hsps* 76, 70 e 17 podem ser perfeitamente vistas. Este gel apresenta a síntese de *hsps* no fungo aquático *Blastocladiella emersonii*, sistema utilizado em nossos laboratórios para o estudo da resposta ao choque térmico em eucariotos.

moléculas do ARN transcritas a partir deles. A hibridização é possível porque as moléculas de ARN (fita simples) transcritas de um segmento de ADN (fita dupla) têm uma sequência de bases complementar às fitas desse ADN, o que possibilita o pareamento entre as duas moléculas e a formação de uma molécula híbrida ADN-ARN. A etapa posterior consistiu em traduzir *in vitro* esses ARNms (obter deles as proteínas correspondentes), caracterizando-se o produto de tradução como proteínas de choque térmico.

Na tradução *in vitro*, as moléculas de ARNms previamente isoladas são traduzidas num sistema desprovido de células que contém todos os elementos necessários à síntese proteica: ribossomos, um outro tipo de ARN necessário — o ARN de transferência —, enzimas, fonte de energia e, por fim, aminoácidos marcados radioativamente (o que permite identificar as proteínas sintetizadas a partir da informação contida no ARNm). Por esse processo, pôde-se demonstrar que a indução de *puffs* de choque térmico em *Drosophila* coinci-

de com a síntese de proteínas de choque térmico.

A partir de 1978, vários investigadores constataram, trabalhando com outros organismos, que o estresse ocasionado pelo calor e por muitos outros fatores podia também induzir a síntese de proteínas e que estas eram similares em extraordinária variedade de seres vivos. Ficou assim demonstrada a ubiquidade da resposta e a extrema conservação dos genes envolvidos (é para atestá-la que, ao se analisar o fenômeno em outros organismos, busca-se sempre estabelecer comparações com a resposta obtida em insetos).

As principais *hsps* de *Drosophila* são: *hsp* 83, *hsp* 70, *hsp* 68, *hsp* 27, *hsp* 26, *hsp* 23 e *hsp* 22. Essa denominação expressa o peso molecular aproximado das proteínas; a *hsp* 83, por exemplo, é uma proteína de peso molecular de 83 mil dáltons, ou 83 kd.

Com base em sua homologia estrutural, essas sete proteínas foram agrupadas em três classes. A primeira tem um único mem-

bro, a *hsp* 83. A segunda é composta por *hsp* 70 e *hsp* 68. A *hsp* 70 é codificada por cinco genes que, embora diferentes, são intimamente relacionados entre si — suas seqüências nucleotídicas apresentam 90% de identidade (homologia). A *hsp* 68 foi incluída nessa família por apresentar alto grau de identidade com a *hsp* 70 em nível de nucleotídeos. A terceira classe inclui quatro proteínas de baixo peso molecular: as *hsp*s 27, 26, 23 e 22.

Em praticamente todos os organismos estudados até o momento o choque térmico induz a síntese de um grupo de proteínas que se situam predominantemente nas faixas de 80-90 kd, 60-75 kd e 15-30 kd. Esse padrão, contudo, pode ser bem mais complexo, envolvendo maior número de proteínas, como tem sido demonstrado por análises mais detalhadas, realizadas por meio de eletroforese bidimensional em géis de poliácridamida (figura 2).

Em nossos laboratórios, utilizando como sistema de estudo o fungo aquático *Blastocladiella emersonii*, pudemos observar a indução da síntese diferencial de grupos particulares de *hsp*s na esporulação, na germinação e no crescimento, o que demonstra que a expressão dos genes de choque térmico está submetida à influência do estágio de desenvolvimento do organismo. Uma das *hsp*s majoritárias, a *hsp* 70, é espontaneamente induzida durante a esporulação em temperatura normal, o que sugere que ela desempenha alguma função específica nesse processo. Essa proteína apresenta identidade imunológica, tanto com a proteína de choque térmico denominada *dnaK* de *Escherichia coli* (organismo unicelular primitivo, desprovido de núcleo) como com a *hsp* 70 de *Drosophila*, a despeito da distância evolutiva que separa esses organismos.

A *hsp* 70 é sem dúvida a mais abundante e ubíqua de todas as *hsp*s. Em 1982, Milton Schlesinger e colaboradores, da Uni-

versidade de Washington, em Saint Louis (EUA), demonstraram essa universalidade preparando anticorpos para *hsp* 70 isolada de fibroblastos de embrião de galinha (certas células que habitam os tecidos conjuntivos). Esses anticorpos reagem com proteínas de peso molecular semelhante, provenientes de diferentes organismos, como leveduras, certos protozoários, moscas, bolores, vermes, nematódeos, plantas, células de rã, de camundongos e humanas apresentando graus de homologia que variam de 60 a 78%. Da mesma forma, a proteína *dnaK* (69 kd) de *E. coli* apresenta 40-50% de identidade com a *hsp* de eucariotos (organismos providos de núcleo). Outra constatação interessante é a de que os genomas de *Drosophila*, de leveduras e do homem contêm vários genes estruturalmente muito semelhantes aos da *hsp* 70, embora não estejam submetidos à regulação pelo choque térmico. É possível que esses genes, denominados cognatos de choque térmico, exerçam um papel importante no desenvolvimento e crescimento de células não estressadas. Tudo leva a crer também que tais famílias multigênicas para *hsp* 70 estão presentes nos genomas da maioria dos eucariotos.

A universalidade das proteínas de choque térmico da classe 80-90 kd também já foi constatada: anticorpos preparados para a *hsp* 89 purificada de fibroblastos de galinha reagem também com proteínas semelhantes provenientes de células humanas, de roedores, de rã e de *Drosophila*. Além disso, análises de genes clonados de *Drosophila*, *Xenopus* (rã), levedura e *E. coli* indicam que as seqüências de aminoácidos tanto da *hsp* 83 como da *hsp* 70 foram altamente conservadas durante a evolução, o que sugere que as duas classes de proteínas têm funções básicas semelhantes em todos os organismos.

Embora não se tenham conservado tanto quando as *hsp*s 70 e 83, as *hsp*s de bai-

xo peso molecular apresentam também certa homologia em insetos vertebrados e vermes nematódeos. Fato interessante é a homologia encontrada entre as *hsp*s de baixo peso molecular e a cadeia do cristalino do olho, que constitui 35% das proteínas presentes nessa estrutura. Os grandes agregados (de até 800 kd) que constituem essa cadeia α são importantes para o funcionamento do cristalino como uma lente (ver "Da catarata aos colóides", em *Ciência Hoje* n.º 33, p. 13). Coincidentemente, as *hsp*s de baixo peso molecular formam estruturas altamente ordenadas também no citoplasma da célula.

Característica notável dos genes de choque térmico é que, nos mais diversos organismos estudados — como *Drosophila*, *Xenopus*, eucariotos primitivos e plantas —, um mesmo elemento está presente nas regiões reguladoras que antecedem a região que codifica as *hsp*s: a seqüência de nucleotídeos -C-GAA-TTC-G- (citidina — guanina — adenina (2) — timidina — ...) denominada HSE (do inglês *heat shock element*). Esta é rotacionalmente simétrica: o eixo de simetria localiza-se entre os nucleotídeos A-T, de tal modo que as bases à esquerda de A são complementares às da direita de T. Geralmente está localizado entre o 47.º e o 66.º par de bases que antecedem o ponto de iniciação de transcrição do gene (figura 3).

A presença dessa seqüência torna os genes adjacentes susceptíveis à ativação pelo choque térmico. Isto foi evidenciado quando se conseguiu, experimentalmente, integrar o HSE numa região do sítio promotor a montante do ponto de iniciação de transcrição do gene que codifica a enzima timidina quinase. A partir desse momento, a transcrição deste gene, que não é ativada pelo calor, passou a ser regulada pela seqüência HSE, tornando-se assim induzível pelo calor.

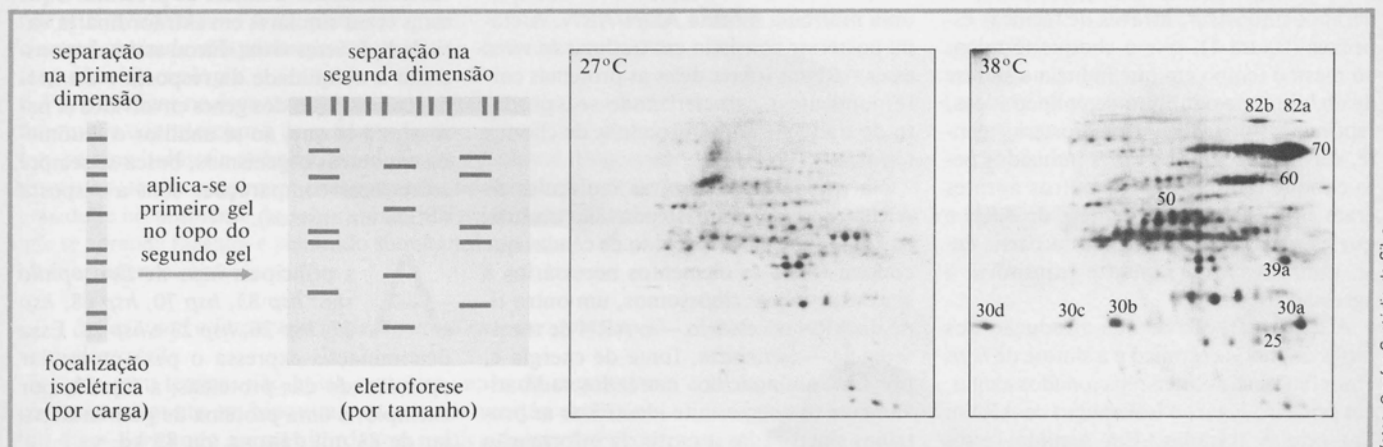


Fig. 2. Eletroforese bidimensional. A eletroforese bidimensional em gel de poliácridamida permite visualizar facilmente várias centenas de proteínas. Após as células terem sido cultivadas na presença de um aminoácido radioativo, as proteínas são separadas primeiro em função de sua carga e depois de seu tamanho, o que permite discriminar maior número de *hsp*s.

As respostas da maioria dos genes de choque térmico são moduladas por múltiplas regiões HSE. De que modo estas afetariam sua expressão? Aparentemente, essas regiões são reconhecidas por uma proteína indutora, o fator de transcrição de choque térmico (HSTF — *heat shock transcription factor*), que, ao se ligar à região HSE, induziria a transcrição dos genes de choque térmico. A ligação do HSTF a esses sítios é cooperativa: a ligação de um fator a uma das regiões HSE propicia a ligação de outros fatores, dando maior eficiência à transcrição. O HSTF — isolado e caracterizado por Carl S. Parker e Jeanne Topol, do Caltech, e Carl Wu, do Instituto Nacional de Saúde (Washington) — existiria normalmente sob forma inativa, sendo ativado somente quando agressões físicas ou químicas ameaçassem a célula.

A constatação de que as seqüências HSE são quase idênticas em diferentes organismos leva a supor que o fator HSTF, que as reconhece, é também semelhante nos diferentes organismos. Isto explicaria a capacidade que têm os genes de choque térmico de se expressar em sistemas diferentes.

Descobrir as funções das *hsps* tem sido uma tarefa difícil. Trabalhos recentes sobre a expressão dessas proteínas indicam que a maioria delas se expressa em alguma fase do desenvolvimento, em temperaturas normais, o que sugere que o papel fisiológico dessas proteínas pode refletir sua função em condições de agressão. Percebeu-se então que elucidar a função das *hsps* em células não termossensibilizadas seria o primeiro passo para compreender como elas são capazes de defender células submetidas a choque térmico ou a qualquer outro tipo de agressão.

A presença de membros das três classes de *hsps* ou de proteínas relacionadas já foi constatada em diferentes organismos na ausência de agressão. Em leveduras e *Drosophila*, por exemplo, a indução de ARNm para *hsps* 26 e 83 ocorre durante a formação do esporo e do óvulo, respectivamente. A *hsp* 90 é encontrada normalmente no citoplasma de fibroblastos de embrião de rato e de galinha. As *hsps* 70 e 68 são os primeiros produtos de atividade gênica do zigoto em embriões de camundongo. Em ovócitos de *Xenopus*, encontram-se moléculas de ARNm para o gene *hsp* 70. Cognatos dessa mesma proteína são expressos em vários momentos do desenvolvimento de *Drosophila* e leveduras. A proteína dnaK, relacionada a *hsp* 70 de eucariotos, está presente em *E. coli* em condições normais de crescimento, mas sua produção é estimulada pelo choque térmico. No fungo aquático *Blastocladiella emersonii*, a síntese das *hsps* 70, 76 e 39a é induzida durante a esporulação. A *hsp* 23 foi detectada

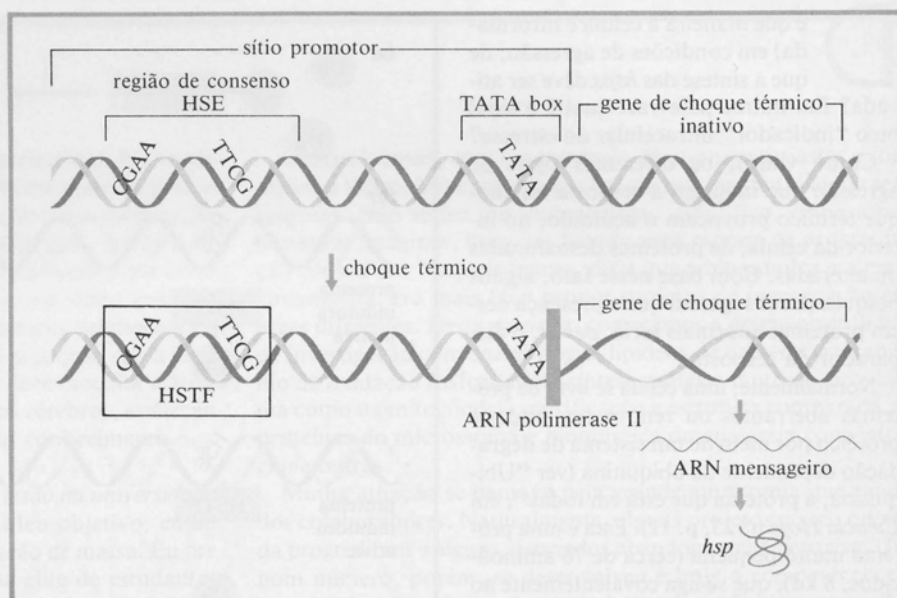


Fig. 3. Ativação de genes de choque térmico. Com o calor, uma proteína regulatória — o fator de transcrição do choque térmico (HSTF) — torna-se capaz de reconhecer uma seqüência regulatória (HSE) situada aquém do ponto de iniciação do gene de choque térmico. Isto permite que uma certa enzima, a ARN polimerase II, reconheça no sítio promotor a seqüência de nucleotídeos TATA (timidina-adenina...), região de ligação de enzima, transcrevendo o gene e fabricando assim a mensagem correspondente a uma proteína de choque térmico.

no final do terceiro estágio de desenvolvimento em *Drosophila*, coincidindo com o aumento do hormônio ecdisona. Esse conjunto de fatos é um forte indicador de que as *hsps* e suas proteínas cognatas exercem funções tão importantes no desenvolvimento do organismo quanto na resposta à agressão externa.

A associação das *hsps* com outras proteínas, de função já conhecida, tem fornecido algumas pistas para a elucidação desse problema. A *hsp* 90, por exemplo, tem a propriedade de se associar transitoriamente com proteínas envolvidas na transformação de células normais em cancerígenas (proteínas oncogênicas), bem como com proteínas receptoras de hormônios esteróides, essenciais à sua ação.

A questão que se coloca é: porque a síntese dessa proteína é estimulada pelo choque térmico? Hugh Pelham, do Laboratório de Biologia Molecular do Conselho de Pesquisas Médicas, em Cambridge (Inglaterra), sugere que a *hsp* 90 reconheceria certas regiões da molécula de proteínas desnaturadas pelo calor e, ligando-se a ela, impediria a formação de precipitados insolúveis e potencialmente danosos à célula (ver "Moléculas inteligentes", em *Ciência Hoje* n° 4).

Essa hipótese aplica-se também a *hsp* 70 e proteínas relacionadas. Também elas são sintetizadas sob condições de não agressão em células de mamíferos, e parecem estar envolvidas no processo de transporte intracelular de proteínas através de membranas. Quando a célula é agredida, uma fração das moléculas de *hsp* 70 é sequestrada no

núcleo, associando-se posteriormente ao nucléolo.

Essa migração para o núcleo após a agressão acontece porque, quando este é exposto a temperaturas críticas, formam-se nele agregados compostos através de interações entre as proteínas desnaturadas pelo calor. Desses agregados participam principalmente as ribonucleoproteínas, que se encontram na região do nucléolo e estão envolvidas na montagem dos ribossomos. A *hsp* 70 ajudaria a romper aquelas interações, como se fosse um detergente. O resultado seria a solubilidade das proteínas, liberadas então para assumir sua estrutura correta.

Embora já se conheçam as funções de algumas *hsps*, estamos ainda longe de compreender todos os mecanismos envolvidos na resposta ao choque térmico. Os resultados obtidos por nosso grupo reforçam a idéia de que — além da função de limitar ou reparar danos causados à célula pela presença de proteínas anormais cuja frequência é aumentada pelo choque térmico —, elas exercem funções de importância fundamental no processo de desenvolvimento. Assim, o fato de a síntese espontânea de *hsp* 70 ser estimulada num momento muito específico do processo de esporulação em *Blastocladiella*, quando ocorre um aumento dramático na renovação de proteínas (síntese e degradação), sugere que essa proteína está envolvida no processo de degradação de proteínas desnaturadas, com função similar à que exerceria sob choque térmico, em face do aumento de proteínas anormais.

De que maneira a célula é informada, em condições de agressão, de que a síntese das *hsps* deve ser ativada? Em outras palavras: qual é o sinal ou o "indicador" intracelular do estresse?

Como vimos, os diferentes tipos de agressão que induzem a resposta ao choque térmico provocam o acúmulo, no interior da célula, de proteínas desnaturadas ou alteradas. Com base nesse fato, alguns pesquisadores sugerem que a presença dessas proteínas anormais seria, *per se*, o disparador da resposta.

Normalmente, uma célula se livra de proteínas aberrantes ou renova seu estoque protéico por meio de um sistema de degradação dependente da ubiquitina (ver "Ubiquitina, a proteína que está em todas", em *Ciência Hoje* n° 23, p. 12). Esta é uma proteína muito pequena (cerca de 76 aminoácidos, 8 kd), que se liga covalentemente ao terminal amino de outras proteínas, transformando-as em substrato para a enzima protease, que as degrada. Atuaria, portanto, como um sinal, uma etiqueta que indica à célula a proteína a ser eliminada. É interessante notar que a estrutura molecular da ubiquitina também se conservou, quase sem modificações, desde a ameba até o homem. Foi essa universalidade, aliás, que lhe valeu o nome (do latim *ubique*, que significa "em toda parte").

A ligação da ubiquitina com a resposta ao choque térmico foi descoberta em 1984 por Alexander Varshavsky e colaboradores, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que utilizaram como sistema de estudo células cancerosas de um tumor mamário de camundongo, denominadas ts85. À temperatura de 39° C, essas células, termossensíveis por mutação, não se multiplicam: o processo de separação células-filhas é afetado. Tal anomalia na divisão celular decorre do fato de que, a essa temperatura, a ubiquitina é incapaz de se ligar às proteínas que deveria degradar porque a enzima responsável por essa ligação está inativa no mutante termossensível. Em consequência, embora a temperatura de 39° C seja normalmente insuficiente para desencadear a resposta ao choque térmico, haveria nessa circunstância grande produção de *hsps* nas células ts85.

Recentemente, Ursula Bond e Milton J. Schlesinger, da Universidade de Washington, em Saint Louis, nos Estados Unidos, trabalhando com fibroblastos de galinha, verificaram que a própria transcrição do gene (isto é, a síntese do ARNm correspondente) para ubiquitina era induzida pelo calor. Considerando que a quantidade de proteínas alteradas aumenta muito em consequência do choque térmico e que elas devem estar etiquetadas com a ubiquitina para ser reconhecidas pelas proteases, esse processo redundaria em grande redução do

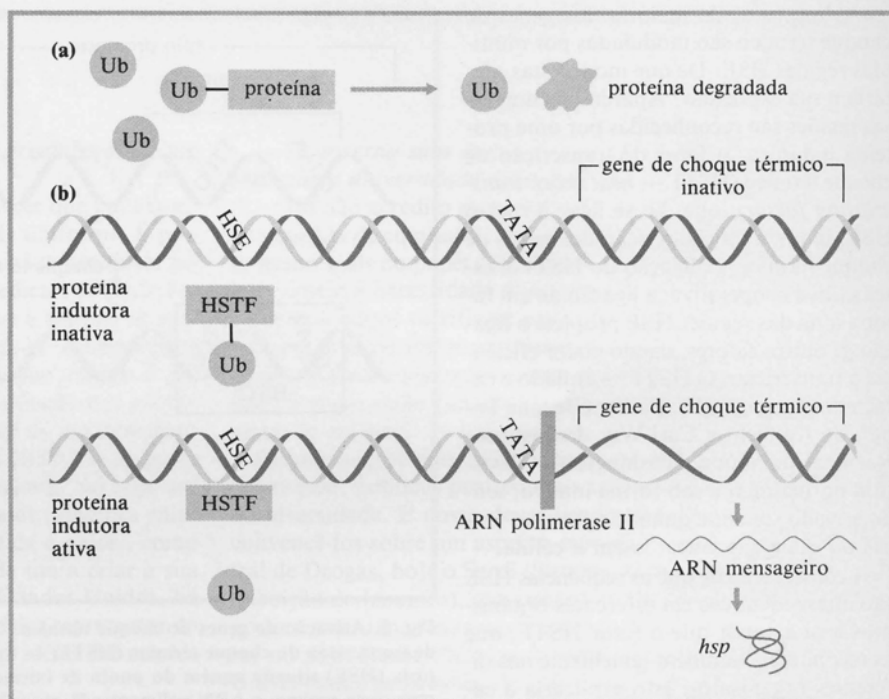


Fig. 4. Modelo de ação da ubiquitina. (a) Degradação de proteínas: a ubiquitina fixa-se às proteínas que devem ser eliminadas, como se fosse uma etiqueta necessária ao seu reconhecimento pela protease. (b) Controle da síntese de proteínas de choque térmico: o fator indutor da transcrição dos genes de choque térmico (HSTF) reconhece uma sequência específica do ADN no sítio promotor, mas só se fixa ao HSE se não estiver ligado à ubiquitina.

estoque disponível de ubiquitina, cuja síntese deveria então ser induzida. Como opera esse sistema?

Já em 1985, Sean Munro e Hugh Pelham, do Laboratório de Biologia Molecular, em Cambridge, Inglaterra, sugeriram que o HSTF (o fator de transcrição dos genes de choque térmico, já mencionado) estaria associado, em sua forma inativa, à ubiquitina, que seria continuamente dissociada e associada a ele. Quando a quantidade de ubiquitina na célula se tornasse limitante, haveria acúmulo da forma ativa (sem ubiquitina) do fator. Este HSTF ativado se ligaria ao HSE e promoveria a transcrição acelerada dos genes de choque térmico (figura 4). Tal mecanismo seria auto-regulável: no momento em que a quantidade de ubiquitina (ela própria uma *hsp*) disponível no meio aumentasse, o fator de transcrição seria novamente inativado. Isto explicaria a transitoriedade da resposta ao choque térmico, mesmo quando as células são mantidas sob altas temperaturas por longo tempo.

Por meio do "sistema ubiquitina", seria possível explicar também a síntese de *hsps* a temperaturas normais, em certas fases do desenvolvimento. De fato, muitas vezes estas são acompanhadas de uma modificação rápida do programa genético a ser ativado e as antigas proteínas, inúteis para o novo estado celular, devem ser degradadas. A síntese de *hsps* seria, assim, um dos mecanismos utilizados pela célula pa-

ra mudar de estado e de função, mesmo na ausência de agressão.

Embora resulte desse conjunto de pesquisas um quadro mais objetivo da resposta ao choque térmico, várias questões permanecem obscuras. A complexa relação dos mecanismos envolvidos no controle dessa resposta com as fases do desenvolvimento do organismo ainda não foi elucidada e nosso conhecimento acerca das funções das *hsps* é ainda rudimentar. Além disso, o choque térmico afeta profundamente a tradução e a estabilidade das moléculas de ARNm, nível em que a regulação da expressão gênica permanece pouco conhecida. Ainda assim, e cada vez mais, a resposta ao choque térmico aparece como sistema privilegiado para o estudo dessas questões.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- MUNRO S. & PELHAM H., "What turns on heat shock genes?", *Nature*, vol. 317, p. 477, 1985.
- BENSAUDE O. & MORANGE M., "L'ubiquitine: les cellules font le ménage", *Recherche*, vol. 17, p. 536, 1986.
- SCHLESINGER M. J., ASHBURNER M. & TISSIÈRES A., *Heat shock from bacteria to man*. Cold Spring Harbor Laboratory, 1982.
- GOMES S. L., JULIANI M. H., MAIA J. C. C. & SILVA A. M., "Heat shock protein synthesis during development in *Caulobacter*", *Journal of Bacteriology*, vol. 168, p. 923, 1986.

CIÊNCIAHOJE



CIÊNCIAHOJE



Nº 1 — Julho/Agosto de 1982

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

Nº 2 — Setembro/Octubre de 1982

- Nascimento, vida e morte das estrelas
- 1932: São Paulo vai à guerra
- Pressão alta, um problema de milhões
- Um parque nacional para Abrolhos
- Barbeiros: eles transmitem a doença de Chagas
- Luminescência, da alquimia à época moderna
- Alcoolismo
- Os primatas do Brasil, patrimônio a conservar
- Por que os preços não caem

Nº 3 — Novembro/Dezembro de 1982

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

Nº 4 — Janeiro/Fevereiro de 1983

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

Nº 5 — Março/Abril de 1983

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

Nº 6 — Maio/Junho de 1983

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

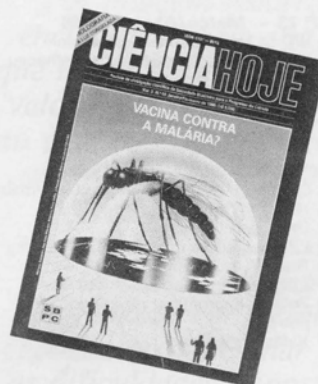
Nº 7 — Julho/Agosto de 1983

- Arte do Brasil na pré-história
- A estranha natureza da realidade quântica
- Reconhecer a si próprio: idéias para uma nova imunologia
- Avoantes, bombas de arribação
- Política e economia no primeiro governo Vargas
- Neurogênese: vida e morte de neurônios jovens

Nº 8 — Setembro/Octubre de 1983

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

Complete sua coleção de CIÊNCIAHOJE



Nº 9 — Novembro/Dezembro de 1983

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

Nº 10 — Janeiro/Fevereiro de 1984

ESPECIAL AMAZÔNIA

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

Nº 11 — Março/Abril de 1984

- Voa macuco, voa araponga, que o homem vem aí...
- A matemática das películas de sabão
- Evolução dos cromossomos humanos
- Radiação de sincrotron
- EUA x URSS: anatomia de um conflito
- Ciência da ciência
- Vinho novo, vinho velho



CIÊNCIAHOJE



CIÊNCIAHOJE



Nº 12 — Maio/Junho de 1984

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

Nº 13 — Julho/Agosto de 1984

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

Nº 14 — Setembro/Octubre de 1984

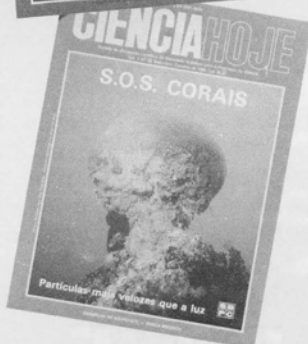
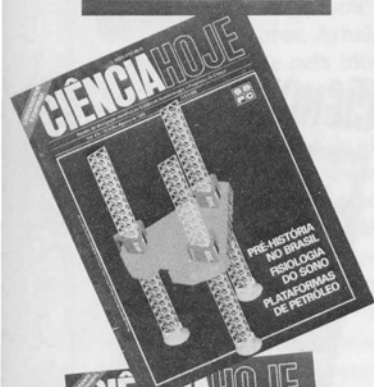
- Terra de índio
- Família século XIX
- A matéria indivisível
- A microrrevolução
- Anemias imigrantes
- Bromélias

Nº 15 — Novembro/Dezembro de 1984

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

Nº 16 — Janeiro/Fevereiro de 1985

- Malária: a vacina é possível
- Holografia: a luz congelada
- Terra ardendo: o aproveitamento dos solos como combustível
- A floresta e as águas
- Atribuições de uma economista na Amazônia



Nº 17 — Março/Abril de 1985

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

Nº 18 — Maio/Junho de 1985

ESPECIAL NORDESTE

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

Nº 19 — Julho/Agosto de 1985

- Adesão de superfícies
- Pré-história do Brasil
- Plataforma de petróleo: o cálculo das ondas
- As galhas
- O sono

Nº 20 — Setembro/Outubro de 1985

- O trabalho nas usinas de açúcar
- Caça às bruxas: o saber das mulheres como obra do diabo
- Tomografia por ressonância magnética nuclear
- Babaçu: a palmeira de muitas vidas
- Ansiedade: uma perspectiva biológica

Nº 21 — Novembro/Dezembro de 1985

- Aparecida: nossa rainha, senhora e mãe, saravá!
- Bem-vindo, Halley
- Bromélias: na trama da malária
- A estética dos índios
- Modulação da dor: mecanismos analgésicos endógenos

Nº 22 — Janeiro/Fevereiro de 1986

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

Nº 23 — Março/Abril de 1986

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

Nº 24 — Maio/Junho de 1986

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

Nº 25 — Julho/Agosto de 1986

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

Nº 26 — Setembro/Outubro de 1986

- Distrofias musculares
- S.O.S. corais
- Táquions
- Quem consente, cala
- Percevejos sugadores de sementes
- O aço tratado

Nº 27 — Novembro/Dezembro de 1986

- AIDS: síndrome de imunodeficiência adquirida
- Luz e matéria: as surpresas da interação
- Ambiente, represas e barragens
- Eutrofização artificial: a doença dos lagos
- As queixas do povo no início do século

Nº 28 — Janeiro/Fevereiro de 1987

- Camada de ozônio: um filtro ameaçado
- Manejo integrado de pragas
- Orquídeas: entrada e dispersão na Amazônia
- A toxicidade do oxigênio
- O peso do trabalho leve

Nº 29 — Março de 1987

- Energia e sociedade
- Pupunha: uma árvore domesticada
- Efeito estufa: uma ameaça no ar
- Oliveira Vianna, hoje

Nº 30 — Abril de 1987

- Cactáceas: os segredos da sobrevivência
- Terremotos: o movimento das terras
- De volta para o futuro
- Inverno nuclear. E o Brasil?

Nº 31 — Maio de 1987

- A ciência vai à roça
- O efeito Hall quântico
- Reflorestamento indígena
- Escola e família: constelação imperfeita

Nº 32 — Junho de 1987

- Tchernobyl, um ano depois. O que houve, afinal?
- Lições de Tchernobyl: os alimentos importados
- Capitão Cook sob suspeita
- Metemoglobinemia: células sem ar

Nº 33 — Julho de 1987

- Soja: proteína para milhões
- O início e o fim do Universo
- A natureza das restingas
- Sambaquis na pré-história do Brasil

Aproveite
esta
promoção

PAGUE 5 - LEVE 6

Preencha o cupom de assinaturas que
acompanha esta revista

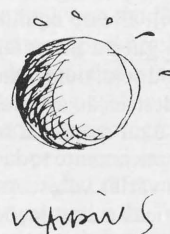
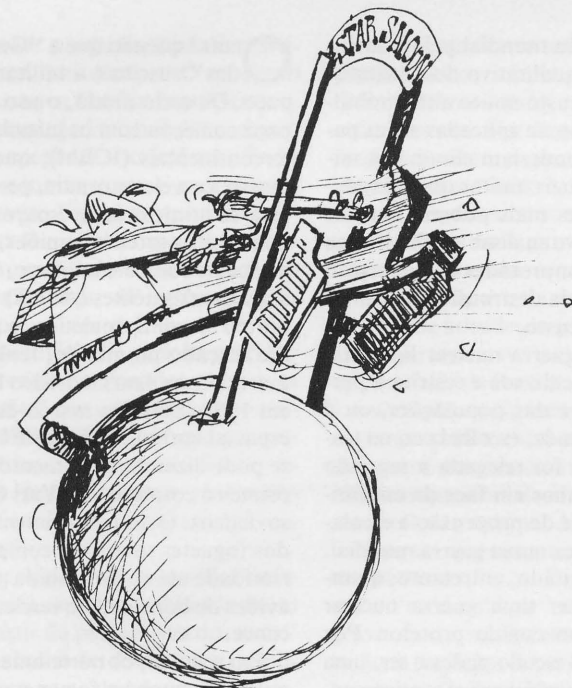


ilustração Claudius

Guerra nas estrelas?

Luiz Pinguelli Rosa

Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro

Popularizado pelos meios de comunicação em todo o mundo como “Guerra nas estrelas” — em clara alusão ao famoso filme sobre uma guerra espacial, com efeitos fantasiosos espetaculares —, a Iniciativa de Defesa Estratégica (SDI, do inglês *Strategic Defense Initiative*) foi anunciada pessoalmente pelo presidente dos EUA, Ronald Reagan, em 23 de março de 1983.

O objetivo declarado era criar uma proteção invulnerável contra os mísseis balísticos nucleares sobre o território norte-americano. Com exígua probabilidade de êxito como defesa antimísil, o programa custará centenas de bilhões de dólares e mobilizará imenso esforço científico, tecnológico e industrial. Apesar disso, foi formalmente apoiado pelo secretário de Defesa Caspar Weinberger e por segmentos do setor militar-industrial.

Antes de entrar em detalhes sobre o que é a SDI, é importante balizar seus aspectos políticos e estratégicos. A difícil ou quase impossível viabilização técnica do programa como defesa antimísil tem motiva-

do fortes críticas e profundo ceticismo nas comunidades científicas norte-americana e internacional.

Seu impacto no delicado balanço de forças entre as duas superpotências — EUA e URSS — tem, potencialmente, graves consequências para a paz mundial, aumentando o risco de um confronto nuclear capaz de eliminar a vida humana da face da Terra. Embora seu nome indique uma finalidade defensiva, a SDI tem um caráter inerentemente ofensivo e desestabilizador, que deve ser cuidadosamente analisado.

Segundo a lógica da estratégia militar, se obtiverem uma proteção invulnerável, os EUA estarão, do ponto de vista da URSS, em condições de atacá-la impunemente. É claro que o discurso político-ideológico do governo Reagan nega esse objetivo, colocando supostamente os EUA numa posição moral de jamais atacar após adquirir eventualmente a superioridade nuclear. Entretanto, bombas nucleares foram lançadas ao fim da Segunda Guerra Mundial contra o Japão, embora este nem de longe ameaçasse efetivamente, àquela altura da

guerra, a integridade territorial norte-americana. É um mau precedente, embora em condições diversas das atuais (ver “A tragédia atômica não acabou”, em *Ciência Hoje* nº 20, p.86).

É curioso considerar a hipótese da situação inversa. No livro *Stars Wars*, de 1985, prefaciado pelo prêmio Nobel Dorothy Hodgkin (presidente do movimento Pugwash de cientistas pela paz), Edward Thompson cita a seguinte declaração do secretário da Defesa Weinberger: se a URSS desenvolvesse defesas contra mísseis balísticos, a situação seria a mais preocupante que se pode imaginar. Edward Teller, um dos pais da bomba H, escrevera em 1962, em *The legacy of Hiroshima*: “Se os comunistas tivessem certeza de que sua defesa é eficaz e que a nossa é insuficiente, a conquista soviética do mundo seria inevitável.”

Em setembro de 1982, os presidentes e representantes de 36 academias de ciências do mundo, incluindo as da URSS e dos EUA, assinaram em Roma uma declaração de que não existe defesa contra as armas ►

nucleares e de que a única maneira de reduzir a ameaça de uma guerra catastrófica é reduzir os arsenais nucleares até sua total eliminação.

Esta é a dura realidade a que a humanidade foi conduzida pela corrida às armas nucleares: a magnitude e a eficácia dos arsenais existentes são tais que nenhum dos lados pode sair vitorioso se tomar a iniciativa de um ataque nuclear. É o equilíbrio do terror, ou, na linguagem dos estrategistas, a “destruição mutuamente assegurada” (MAD, do inglês *mutually assured destruction*). É esse equilíbrio que previne a terceira guerra mundial entre o Leste e o Oeste, ou seja, o holocausto nuclear. O poder de destruição acumulado nas ogivas nucleares é tal que seria suficiente para destruir praticamente toda a civilização sobre a Terra várias vezes. As modernas hipóteses teóricas e simulações em computador dos efeitos globais da guerra total, aí incluído o inverno nuclear, agravam essa perspectiva (ver “O inverno nuclear. E o Brasil?”, em *Ciência Hoje* nº 30).

A eficácia dos sistemas eletrônicos de alerta, infalíveis em detectar o lançamento de foguetes inimigos logo após sua ocorrência, e a ineficácia da defesa contra mísseis balísticos, incluindo as ogivas múltiplas que partem de um mesmo foguete, criam as condições da destruição mutuamente assegurada. Essa situação previne a iniciativa do primeiro ataque, mas traz o pesadelo de que até um erro de interpretação possa dar lugar a uma retaliação equivocada, com o disparo dos mísseis e o fim do mundo... causado por engano.

A única saída racional é a redução dos arsenais nucleares até sua eliminação. Toda iniciativa de um dos lados para aperfeiçoar seus meios de ataque e de defesa tem levado sistematicamente o outro lado a se aperfeiçoar na mesma medida, reduzindo as vantagens momentâneas do primeiro e

agravando a tensão mundial pelo aumento quantitativo e qualitativo dos arsenais. E isto se dá a um custo muito alto, mobilizando quantias que, se aplicadas a fins pacíficos e sociais, poderiam eliminar a miséria, a fome, reduzir muitas doenças, desenvolver os países mais pobres. É nesse contexto que se deve analisar a “Guerra nas estrelas”, para compreender de que modo ela agrava o risco da destruição nuclear do mundo, e a que custo.

O conceito de guerra nuclear limitada, com destruição localizada e restrita a parte dos territórios e das populações, ou a uma região delimitada, escolhida como teatro de operações, foi relegada a segundo plano há muitos anos em face da enormidade dos arsenais e da propensão à escalada no uso dos meios numa guerra mundial. Ele volta a ser cogitado, entretanto, quando se admite fazer uma guerra nuclear munindo-se de um escudo protetor. Por mais eficaz que tal escudo pudesse ser, uma eficiência de 100% não é crível tecnicamente. Isto significa que alguns mísseis chegarão ao alvo. A questão é: qual é a destruição estrategicamente admissível? Nos anos 60, ao tempo do secretário de Defesa Robert McNamara, do presidente Kennedy, a destruição inadmissível foi definida como a morte de 1/4 a 1/3 da população. Imagine-se o que significaria isso! As teorias dos efeitos globais do ataque nuclear tendem a evidenciar a falta de sentido dessa discussão, dado o caráter incontrolado dos efeitos da guerra nuclear, que não se resumem às mortes imediatas e a efeitos retardados e letais da radioatividade, mas incluem o frio, a falta de alimentos, a desarticulação social (ver “O leitor pergunta”, em *Ciência Hoje* nº 24). Ademais, os arsenais existentes permitem lançar um número de foguetes muitas vezes maior do que o necessário para a total destruição do inimigo. Hoje, mesmo que apenas uma fração chegue ao alvo, a destruição será enorme.

Outra questão que a “Guerra nas estrelas” suscita é a militarização do espaço. De certo modo, o uso militar do espaço começou com os mísseis balísticos intercontinentais (ICBM), que saem da atmosfera e a ela retornam, percorrendo parte de sua trajetória no espaço externo. Ademais, há os satélites espíões, de telecomunicação e controle militar e, finalmente, as armas anti-satélites (ASAT) testadas. Embora o *Sputnik* soviético, o primeiro satélite lançado no mundo, tenha sido comemorativo ao Ano Geofísico Internacional, em 1957, ele foi o marco de uma corrida espacial entre URSS e os EUA. O mesmo se pode dizer do lançamento, em 1961, do primeiro cosmonauta, Yuri Gagarin, pelos soviéticos. O desenvolvimento tecnológico dos foguetes soviéticos compensou a superioridade até então exibida pelos EUA em aviões de bombardeio nuclear de longo alcance.

Em seguida, os norte-americanos desenvolveram também foguetes e satélites, passando pelo gigantesco esforço de levar o homem à Lua. Atingiu-se o equilíbrio no plano das armas nucleares, com os mísseis balísticos intercontinentais de ambos os lados.

Entretanto, bases de lançamento espaciais foram descartadas como menos eficazes do que foguetes lançados da Terra, com precisão e alcance crescentes a custo menor e com maior confiabilidade militar. Em 1967, foi assinado o tratado proibindo colocar armas nucleares no espaço externo.

Nos anos 60 e 70, os EUA desenvolveram sistemas anti-satélites e de defesa antimíssil, mas com êxito relativamente pequeno. A URSS, por sua vez, desenvolveu sistemas de interceptação de satélites. Os EUA cogitaram de um sistema de defesa antimíssil para as 50 maiores cidades e os soviéticos iniciaram um sistema de defesa de Moscou. Esses sistemas dependiam da

1 CARACTERÍSTICAS DAS FASES DA TRAJETÓRIA DE UM MÍSSIL BALÍSTICO INTERCONTINENTAL

FASE	DURAÇÃO	TEMPO NA ATMOSFERA	NÚMERO DE ALVOS	OBJETOS ALVOS	BASE DE ATAQUE
1ª ACELERAÇÃO	200 seg (reduzível a 50 seg)	100 - 150 seg	mínimo = N (mísseis)	míssil (compartimento de combustível)	espacial
2ª INTERMEDIÁRIA	1.000 seg	— (essa fase se dá no espaço externo)	máximo = 100 N (ogivas múltiplas e dissimuladores)	ogivas múltiplas	espacial ou em terra
3ª TERMINAL	100 seg	100 seg (toda ela se dá na atmosfera)	intermediário = 20 N (ogivas)	ogivas	em terra ou no ar

Fonte: Yevgeni Velikhev et al. *Weaporing in space: the dilemma of security*. Moscou, MIR, 1986

viabilidade do lançamento de mísseis de precisão para explodir os mísseis atacantes no momento de sua reentrada na atmosfera, na fase final da trajetória. No entanto, quanto mais se aperfeiçoavam os sistemas defensivos, mais os sistemas de penetração, anulando as defesas antimísseis, avançavam.

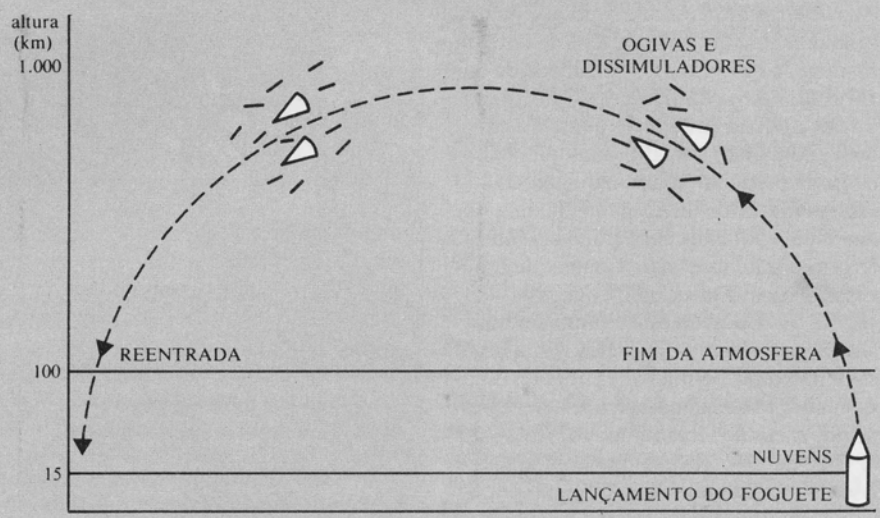
Em 1972, chegou-se ao Tratado de Limitação de Sistemas de Mísseis Antibalísticos. Na verdade, para não desestabilizar perigosamente o instável equilíbrio nuclear mundial, ambas as partes concordaram em permanecer expostas à retaliação dos mísseis da outra. Foi a alternativa real menos irracional que podia ser adotada. A solução racional de eliminar as armas nucleares sob inspeção mútua permaneceu como utopia.

Com a eleição do presidente Reagan, cresceram as pressões no sentido do que viria a ser denominado “Guerra nas estrelas”. Desde 1981, um grupo de cientistas influentes, industriais e militares ligados a atividades aeroespaciais e nucleares realizavam encontros regulares na Fundação Heritage, em Washington. Entre eles estava Edward Teller, que defendia o desenvolvimento de armas nucleares de terceira geração e se entusiasmou com o chamado *laser* de raios X, acionado pela explosão de uma bomba nuclear, a ser colocado em órbita, no espaço. Tais estações orbitais nucleares de combate foram desde então criticadas por eminentes cientistas, entre eles o prêmio Nobel Hans Bethe. Apesar disso, o *lobby* continuou a influir em Washington.

O grupo originário da Fundação Heritage dividiu-se depois em dois. Um deles, com Teller à frente, enfatizava a necessidade prioritária da pesquisa básica e do desenvolvimento voltado para as armas nucleares de terceira geração, envolvendo laboratórios e instituições de pesquisa. O outro, liderado pelo general Daniel Graham, formou um *lobby* denominado *High Frontier*, representando mais diretamente a indústria aeroespacial e de tecnologia de ponta, que pleiteava novos contratos. As propostas de *High Frontier* foram investigadas pelo Pentágono e pelo Office of Technology Assessment. Apesar de rejeitadas por ambos, o presidente Reagan continuou a citar o relatório de *High Frontier*.

Anteriormente, o objetivo era a defesa dos silos de foguetes no território norteamericano. Para tornar menos vulneráveis os chamados foguetes MX, chegou-se a conceber um sistema, planejado original-

2 TRAJETÓRIA DOS MÍSSEIS



mente para ocupar enorme área territorial. Ele se estenderia por milhares de quilômetros, ao longo dos quais se deslocariam constantemente os mísseis e imitações deles, de modo a confundir o inimigo, como um grande brinquedo. Esse projeto terminou rejeitado.

Posteriormente a idéia evoluiu até chegar ao objetivo de proteger não só os silos de foguetes, mas todo o território, usando bases espaciais.

Antes da SDI, a defesa antimíssil era sempre pensada em termos de destruição física dos foguetes após sua reentrada na atmosfera, sobre os alvos. A novidade do programa “Guerra nas estrelas” foi a proposta de procurar destruir os mísseis soviéticos em diferentes fases da trajetória, a começar pela fase inicial, logo após o lançamento na URSS. A figura 1 dá as características de cada uma dessas fases, mostradas na figura 2.

As vantagens de atacar os mísseis na primeira fase, de aceleração, logo após serem lançados, são as seguintes: (1) o número de alvos é menor antes de cada míssil se decompor em ogivas nucleares múltiplas e de lançar os dissimuladores para confundir a defesa; (2) na fase de aceleração, com os foguetes ligados, é mais fácil detectá-lo e persegui-lo, ao contrário do que ocorre nas fases posteriores, em que a trajetória é balística, isto é, sem motor, determinada pelo impulso inicial, a ação da gravidade e a resistência do meio após o reingresso na atmosfera; (3) o míssil é maior que as ogivas, sendo mais fácil acertá-lo, e a parede

do compartimento de combustível é mais vulnerável.

Cada míssil pode carregar dez ogivas múltiplas e o mesmo número de dissimuladores para atuarem na reentrada na atmosfera, imitando as ogivas para confundir os dispositivos de detecção. Durante a segunda fase, intermediária, esse número sobe para cem dissimuladores auxiliares de penetração — objetos metálicos lançados pelo projétil e que o acompanham.

Embora, como vimos, sejam claras as vantagens de proceder ao ataque de interceptação na primeira fase, fazê-lo envolve grandes problemas, exigindo armas nucleares e pós-nucleares colocadas em bases espaciais em órbita.

As mais importantes das armas em estudo no programa SDI enquadram-se nos seguintes tipos: (1) *lasers* químicos e de raios X; (2) feixe de partículas; (3) de energia cinética. Tanto as armas de *lasers* como as de feixe de partículas concentram energia sobre a superfície do alvo, sendo as últimas mais penetrantes. As armas de energia cinética agem pelo impacto mecânico de projéteis dirigidos a altas velocidades contra o alvo.

As armas a *lasers* poderiam usar *lasers* químicos e de raios X. *Laser* significa *light amplification by stimulated emission of radiation* (amplificação da luz por emissão estimulada de radiação). No *laser* químico, convencional, fornece-se energia excitando as moléculas de um gás ou cristal de tal forma que, ao se “desexcitarem”, elas liberam energia sob forma de ondas eletromagnéticas num processo de emissão em ►

casca que produz feixe luminoso intenso e concentrado, capaz de ser focalizado sobre um alvo. Na emissão normal de luz, as ondas eletromagnéticas se superpõem aleatoriamente, de tal forma que se aniquilam em parte, o que reduz a intensidade de onda resultante com relação ao valor máximo que poderia assumir. No *laser*, a emissão é estimulada de tal forma que as ondas se superpõem coerentemente, dando uma resultante de intensidade máxima. Os *lasers* mais potentes já disponíveis são entre cem e mil vezes mais fracos que o necessário para destruir um foguete.

Uma complicação está em onde colocar o *laser* para atacar os foguetes. Uma hipótese é baseá-los permanentemente no espaço, em órbita estacionária em relação à Terra, por exemplo, fixando-os sobre os silos de mísseis soviéticos. Outra hipótese é baseá-los numa montanha alta e colocar espelhos em órbita para refletir o feixe emitido, dirigindo-o para o alvo. Nessa solução, se por um lado a colocação do *laser* em órbita é evitada, há perda de eficiência em caso de tempo encoberto. Um terceiro método seria lançar o *laser* em órbita no momento em que os mísseis soviéticos fossem disparados, o que é de difícil execução.

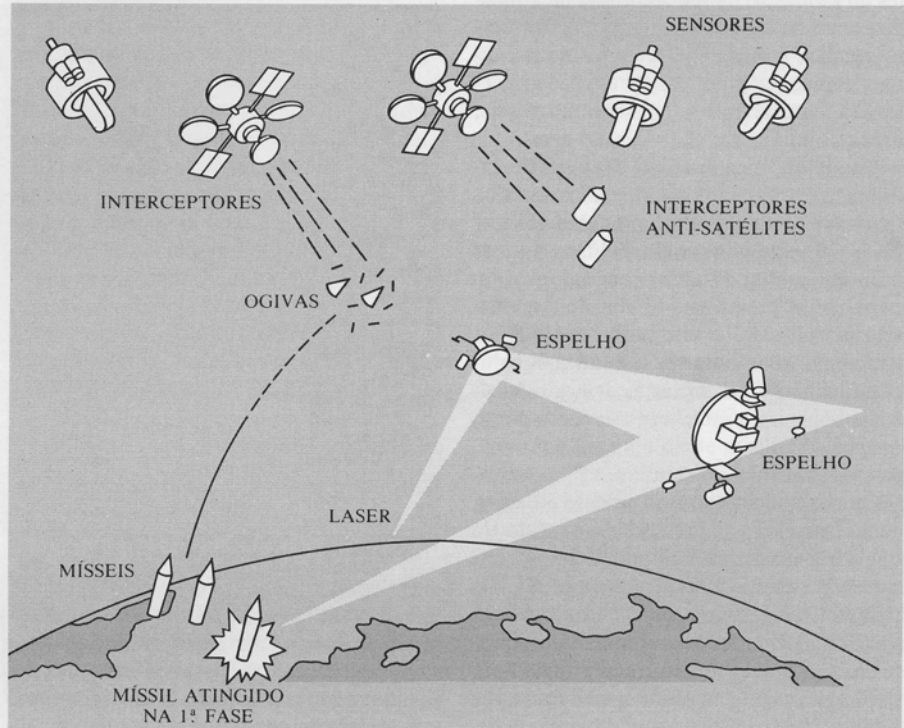
Os custos de qualquer dessas soluções são elevadíssimos, e as quantidades de combustível requeridas para o *laser* são enormes, exigindo-se muita energia. Um sistema de *lasers* baseados em terra para serem usados em combinação com espelhos em órbita necessitaria de 20 a 60% da potência instalada nos Estados Unidos.

O *laser* de raios X é absolutamente não convencional. É acionado pela explosão de uma bomba nuclear, para concentrar energia sobre um material, estimulando a emissão de um feixe muito intenso de raios X, que também são ondas eletromagnéticas, mas de frequência bem maior que a da luz. Um problema é que os raios X são fortemente absorvidos pelo ar, de modo que só podem ser utilizados após o míssil deixar a atmosfera.

Feixes de partículas são produzidos pelos grandes aceleradores usados na pesquisa de física fundamental da estrutura da matéria. Se as partículas emitidas forem carregadas eletricamente, como os prótons, o feixe será encurvado sob efeito do campo magnético da Terra, o que complica seu emprego militar.

Finalmente, as armas a energia cinética são as mais convencionais, incluindo foguetes e projéteis lançados contra os mísseis. A novidade em estudo é o canhão eletromagnético, em que o projétil seria acelera-

3 SISTEMA "GUERRA NAS ESTRELAS"



Fonte: Yevgeni Velikhev et al. (1986)

do por um intensíssimo campo eletromagnético no momento do lançamento.

Todas essas armas poderiam ser usadas contra o míssil na primeira fase da sua trajetória. O esquema da figura 3 mostra o funcionamento delas, nas diferentes fases.

Há muitas contramedidas possíveis para a proteção dos mísseis contra a SDI. Uma possibilidade é a diminuição do tempo de ação do foguete até o lançamento das ogivas múltiplas. Isto prejudicaria muito a eficácia das armas durante a primeira fase, que é a mais conveniente. Existem outras medidas de baixo custo, como a proteção do alvo com uma película para absorver a energia do *laser*, a confusão por interferência dos sensores e o simples lançamento de *lasers* ou projéteis comuns contra armas no espaço.

Somando-se a outros estudos que negam a eficácia do programa SDI, a Sociedade Americana de Física divulgou, em abril de 1987, o relatório "*Directed Energy Weapons*", elaborado por um grupo de estudos de alto nível. As conclusões, que estão por ser publicadas na *Reviews of Modern Physics*, com um sumário na *Physics Today*, ainda em 1987, foram divulgados por *preprint* do relatório. Extremamente críticas, elas tiveram grande impacto na im-

prensa norte-americana e internacional, e a reação dos defensores do programa SDI deu lugar a uma polêmica. Entretanto, o grupo de estudos é politicamente insuspeito e de inegável competência técnica e científica, reunindo especialistas de laboratórios de grande prestígio — como Bell Laboratories, Air Force Weapon Laboratory, U.S. Military Academy, Sand National Laboratory, Lawrence Berkeley Laboratory, KMS Fusion, Xerox Parc — e universidades como as de Harvard, Washington, Columbia, Cornell, Illinois, Arizona, Caltech (Califórnia) e Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). É uma lista respeitável.

Apesar disto, o programa "Guerra nas estrelas" continua dependendo enormes recursos e envolvendo muitos cérebros, tendo como maior resultado a contribuição para o agravamento da tensão mundial como contrapartida do acirramento da corrida nuclear (ver "Ciência e cidadania", em *Ciência Hoje* nº 29, p.20).

Um toque final de otimismo nesse quadro é o avanço recente, em 1987, das negociações pela retirada dos chamados europeus (ver "Opinião" em *Ciência Hoje* nº 32). É um passo importante para a distensão nuclear — embora o programa "Guerra nas estrelas" ainda prossiga. ■

O QUE OS OLHOS NÃO VÊEM, A COPIADORA SENTE.

Quanto mais sofisticada a máquina copiadora, mais sensível é às mínimas variações de gramatura, espessura, umidade e limpeza do papel. Por isso o papel para cópias precisa ser também um instrumento de alta precisão.

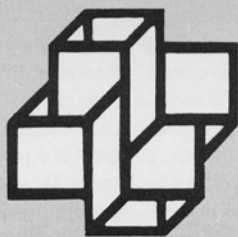
Para permitir que a máquina copiadora tenha uma excelente performance naquilo que oferece de melhor: velocidade e qualidade. Report é a mais nova tecnologia em papel para cópias do Brasil. Foi feito especialmente para isso. Cientificamente preparado para resistir à fricção, ao calor, à pressão, ao encanoamento e à carga elétrica.

Report é fabricado com 100% de celulose de eucalipto branqueada e todo o seu processo de produção, corte e acabamento é feito por um sistema de controle computadorizado.

Da próxima vez que você for comprar papel para cópias, pense primeiro em sua copiadora. E escolha Report. De olhos fechados.

REPORT®

A NOVA TECNOLOGIA EM PAPEL PARA CÓPIAS.



Laboratório Nacional de Computação Científica

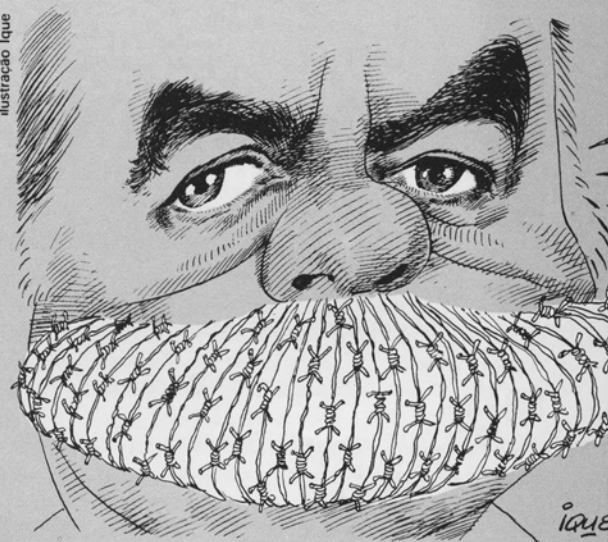
A pesquisa gerando as nossas soluções de problemas
científicos e tecnológicos

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

Rua Lauro Müller, 455 — 22290 Rio de Janeiro — RJ

Reforma agrária e Constituição

ilustração Ique



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

A reforma agrária está, outra vez, na ordem do dia. Ao lado das questões concernentes ao sistema de governo e à extensão do mandato presidencial, é a que maiores polêmicas tem provocado na Assembléia Nacional Constituinte. A Subcomissão da Reforma Agrária foi responsável pelos mais acirrados debates da primeira etapa dos trabalhos. O tema da reforma agrária foi o grande catalisador, para além das fronteiras partidárias, das tensões que opuseram “esquerda” e “direita”, “progressistas” e “conservadores” na plenária da Comissão da Ordem Econômica e Social. Contra a reforma agrária, a direita radical conseguiu realizar sua mais expressiva manifestação pública, fazendo desfilar por Brasília uma multidão que a imprensa estimou entre 15 e 30 mil pessoas. Pela reforma agrária, foi encaminhado à Constituinte, por um sem número de sindicatos e outras organizações civis, uma emenda popular assinada por mais de um milhão de eleitores, a mais representativa entre todas as que foram encaminhadas àquela Assembléia.

Em que pesem as discussões antigas que — dos defensores da imigração estrangeira no século XIX aos teóricos da colonização do Estado Novo, dos abolicionistas aos tenentes e aos constituintes de 1946 — sempre dividiram os círculos políticos e intelectuais em torno da questão da propriedade de terra, foi a partir de meados dos anos 50, com a vigorosa mobilização dos trabalhadores do campo, agrupados nas ligas camponesas e nos sindicatos rurais, que a reforma agrária assumiu o caráter de uma

questão pública, de uma questão política. Como tal, deixou de ser mero tema de controvérsias, passando a expressar, mais do que qualquer outra questão, a oposição entre camponeses e donos de terras e tornando-se o grande divisor de águas da sociedade brasileira no período que se encerrou com o golpe de 1964.

Às vésperas do golpe, a reforma agrária tinha assumido tal força como questão política que, tal como ocorre hoje, ninguém mais ousava se declarar contra sua realização, embora o significado da expressão fosse, é claro, antagônico em proclamações da Confederação Rural Brasileira e em manifestações de entidades de trabalhadores.

O grande entrave legal a uma solução reformista naquela época era a Constituição Federal. É verdade que a Carta de 1946 avançara formalmente com referência às constituições anteriores ao postular, em seu artigo 147, que “o uso da propriedade será condicionado ao bem-estar social” e ao prever que “a lei poderá (...) promover a justa distribuição da propriedade, com igual oportunidade para todos”. Introduzira também uma novidade: a desapropriação por interesse social, ao lado daquelas por utilidade ou necessidade públicas. Mas o seu artigo 141, de fato, inviabilizava qualquer programa de reforma agrária, por menos ambicioso que fosse, ao estabelecer que qualquer tipo de desapropriação deveria ser paga “mediante prévia e justa indenização em dinheiro”.

A reforma da Constituição, com a substituição do artigo 141, tornou-se a grande reivindicação das forças pró-reforma agrá-

ria, e a defesa do texto constitucional, o grande argumento usado pela direita para congregiar as forças que, em abril de 1964, iriam jogar fora não o artigo, mas toda a Constituição de 1946 e inaugurar o regime ditatorial.

Paradoxalmente, o que não se conseguiu no período constitucional iria ser obtido nos primeiros meses do regime militar. Incerto das bases de sua legitimidade, preocupado com a “exasperação das tensões sociais” e em dar uma resposta às demandas das “legiões de assalariados, parceiros, arrendatários, ocupantes e posseiros”, a que se refere a Mensagem 33, e ainda empenhado em minimizar o peso político da oligarquia civil, o primeiro governo militar instou o Congresso Nacional a aprovar a Emenda Constitucional nº 10, de 9 de novembro de 1964. Esta permitia a “desapropriação da propriedade territorial rural mediante pagamento de prévia e justa indenização em títulos especiais da dívida pública”. Poucos dias depois, obteve a aprovação do Estatuto da Terra (Lei 4.330 de 30/11/64).

A exemplo do que era postulado nos documentos das forças pró-reforma agrária, a mensagem do presidente Castelo Branco ao Congresso vinculava a baixa produtividade agrícola e as injustas relações de trabalho que prevaleciam na agropecuária brasileira ao “sistema de propriedade, posse e uso da terra”. O Estatuto era pensado como uma “opção democrática” à questão da propriedade, criando “um sistema que permite a formação de propriedade de tamanho econômico em relação ao conjun-

to familiar", sem estabelecer restrições "à manutenção e formação de grandes empresas rurais em áreas onde a pressão demográfica é moderada e onde a natureza do solo ou o tipo de cultivo tornam tecnicamente aconselhável a exploração em grandes unidades..."

A Constituição de 1967 não mudou a formulação da Emenda Constitucional nº 10, mas o Ato Institucional nº 9, de 25 de abril de 1969, e o Decreto-lei nº 554, promulgado na mesma data, representaram um efetivo aperfeiçoamento da legislação anterior. O AI-9, posteriormente incorporado à Constituição através da Emenda Constitucional nº 1, de 17 de outubro de 1969, eliminou a referência à indenização prévia, mantendo apenas a expressão justa indenização. O DL 554 estabeleceu como critérios da "justa indenização" o valor fixado por acordo entre expropriante e expropriado, ou, na falta dele, o valor declarado pelo proprietário para fins de pagamento de imposto territorial rural, se aceito pelo expropriante; ou ainda o valor apurado em avaliação pelo expropriante, quando este não aceitar o valor declarado pelo proprietário (DL 554, art. 3º). Em seu artigo 11, o DL 554 completava essa sequência, estipulando que, em caso de contestação judicial, havendo revisão de valor, deveria ser respeitado, como limite máximo, o valor declarado pelo proprietário para fins de tributação. O DL 554, cujos principais artigos foram posteriormente considerados inconstitucionais pelo Supremo Tribunal Federal, estabeleceu ainda prazos estritos para a imissão da União na posse do imóvel desapropriado (art. 7º) e proibiu a reversão do imóvel desapropriado ao proprietário, qualquer ação de nulidade julgada procedente pela Justiça sendo resolvida em "perdas e danos" (art. 14).

O Estatuto da Terra definiu a Reforma Agrária, de modo preciso, como "o conjunto de medidas que visem promover a melhor distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse, uso e propriedade, a fim de atender aos princípios de justiça social e ao aumento de produtividade" (ET, artigo 1º, § 1º). Estabeleceu também que "é assegurada a todos a oportunidade de acesso à propriedade da terra, condicionada por sua função social", e que a propriedade cumpre sua função social "quando, simultaneamente: a) favorece o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores que nela labutam, assim como de suas famílias; b) mantém níveis satisfatórios de produtividade; c) assegura a conservação dos recursos naturais; d) observa

as disposições legais que regulam as justas relações de trabalho entre os que a possuem e a cultivam."

O Estatuto da Terra, como qualquer lei de reforma agrária que se preze, criou um órgão executor próprio — o Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (IBRA) —, um Fundo Nacional de Reforma Agrária (constituído por recursos provindos, entre outras fontes, do produto de arrecadação da Contribuição de Melhoria e de 3% da receita tributária da União) e estabeleceu que a reforma agrária deveria ser realizada mediante planos periódicos, com prazos e objetivos determinados.

Mas, na linha de ambigüidade que caracteriza a legislação brasileira, temperou a ousadia de algumas definições de seus primeiros artigos com formulações ambivalentes. Assim, seu artigo 17 admite que a desapropriação por interesse social seja apenas uma das medidas a serem executadas para garantir a distribuição e a redistribuição de terra, ao lado da doação, da compra e venda etc.

O Estatuto definiu também — de modo preciso e sem referência explícita ao cumprimento da função social — a "empresa rural", tipo de imóvel que não é passível de desapropriação por interesse social (art. 4º, VI). E em outra parte (art. 19, § 3º, c), considerou isentos de desapropriação "os imóveis que, embora não classificados como empresas rurais situadas fora da área prioritária da Reforma Agrária, tiverem aprovado (...) e em execução projetos que, em prazo determinado, os elevem àquela categoria".

A pesar das distinções conceituais claras que fez entre reforma agrária e política agrícola e entre reforma agrária e políticas auxiliares, como o cadastramento, a colonização, a tributação, o Estatuto da Terra acabou permitindo — na sua pretensão de ser não apenas uma lei de reforma agrária, mas "uma lei de Desenvolvimento Rural" — que as prioridades se invertessem. Quatro meses depois de sua promulgação, o Decreto nº 55.891, de 31 de março de 1965, que o regulamentou, já alterava a ordem das coisas, reduzindo a desapropriação por interesse social a um dos meios a serem utilizados pelo poder público "para a execução da Reforma Agrária e para a promoção da Política Agrícola", abaixo da "tributação" e da "assistência e proteção à economia rural", antecedendo apenas a "colonização oficial e particular" e os "demais meios complementares".

Essas ambigüidades foram mais do que suficientes para permitir que, em sua prática cotidiana e sempre invocando a lei, os governos do regime militar fossem enterando as idéias de reforma agrária — forçadas nas lutas do período pré-64 e inscrita no Estatuto como uma de suas metas — e fazendo prevalecer a tese da "modernização do latifúndio", que também encontrava guarida naquela lei.

Nos dois primeiros períodos governamentais do regime militar, o IBRA esteve empenhado em realizar o cadastramento dos imóveis rurais do país, o que era considerado uma espécie de preliminar à reforma agrária. Em 4 de abril de 1966, foram aprovados, pelo Decreto 59.456, do presidente da República, Planos Nacional e Regionais de Reforma Agrária, de periodicidade indefinida, em que, ao lado de tímidas metas, eram enfatizados o zoneamento, o cadastramento e a tributação. Grandes áreas foram declaradas prioritárias para fins de reforma agrária, sem que isso tenha tido consequências mais sérias em matéria de desapropriação e assentamentos.

Em 1969, o avanço representado pelo Decreto-Lei 554 seria contrabalançado, em poucos meses, pela subordinação do IBRA — até então vinculado à Presidência da República — ao velho e emperrado Ministério da Agricultura. E em 1970, já no governo do general Emílio Médici, o IBRA seria extinto e substituído pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que, na própria denominação, indicava a prioridade do novo governo: a colonização na Amazônia.

A crítica do governo Geisel à experiência da colonização levou a uma mudança de rumo que afastou mais ainda a política agrária de qualquer idéia de reforma. Iniciou-se um processo de "regularização fundiária", em que o importante passou a ser definir a condição jurídica das terras, não mudar tal condição. Essa política conduziu a transferências maciças de terras públicas a particulares — principalmente na Amazônia —, mediante processos de licitação (leilões) em grandes parcelas (500 a três mil hectares), o que favorecia sua aquisição por grandes fazendeiros da região e por grupos econômicos nacionais e estrangeiros, interessados na terra como reserva de valor.

Dando respaldo legal a essa política de dilapidação do patrimônio fundiário do país e de estímulo à criação de novos latifundiários, estava o Estatuto da Terra, que só permite que o Estado seja proprietário de terras para fins de "pesquisa, experi-

mentação, demonstração e fomento”, ou então “em caráter transitório, desde que não haja viabilidade de transferi-las para a propriedade privada” (ET, art.10, § 1º).

Mas o processo foi facilitado sobretudo por uma sublegislação (exposições de motivos, portarias, normas, instituições, ordens de serviço etc) desconhecida pela sociedade, que floresceu à sombra do regime autoritário nos gabinetes e corredores da burocracia estatal. O melhor exemplo desse lixo jurídico foram as Exposições de Motivos 005 e 006 do Conselho de Segurança Nacional (CSN), de junho de 1976, que, entre outras coisas, admitiam a legalização de terras com documentação fraudulenta, adquiridas “à revelia da Lei e da Ordem”. Era a oficialização da grilagem.

Os dados fornecidos pelo INCRA são eloquentes quanto aos resultados daquela política. Entre 1970 e 1985, aquela autarquia transferiu a particulares, por meio dos mais diferentes mecanismos, cerca de 31 milhões de hectares. Desse total, 12 milhões foram seguramente entregues ao latifúndio, mediante licitações. Um único grupo econômico recebeu, numa única licitação, cerca de 160 mil hectares no Território Federal do Amapá.

A política de “regularização fundiária, que dedicou especial atenção às faixas de fronteiras e às áreas consideradas conflagradas, como o famoso “Bico do Papagaio” (encontro geográfico dos estados de Goiás, Maranhão e Pará), conduziu a uma progressiva ampliação das atribuições do Conselho de Segurança Nacional em matéria fundiária. Criou-se uma espécie de círculo vicioso: os militares intervinham a pretexto de suprir as deficiências do INCRA nas áreas mais conflituosas; sua presença acirrava as tensões, levando-os a se imiscuírem mais ainda nas questões de terra. Essa interferência foi institucionalizada com a criação, em janeiro de 1980, já no governo do general João Figueiredo, do Grupo Executivo das Terras do Araguaia-Tocantins (GETAT), órgão ligado à Secretaria do CSN.

O governo Figueiredo desacelerou as licitações de terra e empreendeu um ambicioso programa de titulação de terras — desdobramento do programa anterior de regularização — capaz de cristalizar a situação fundiária existente, com o que se esperava conter os conflitos que se multiplicavam. Essa tentativa chegou ao seu ponto máximo com a instituição, em agosto de 1982, pelo Decreto nº 87.457, do Programa Nacional de Política Fundiária (PNPF),

a ser tocado por um ministro extraordinário de Assuntos Fundiários, e regulamentado em outubro daquele ano pelo Decreto 87.700. O PNPF atribuía-se, como objetivo, “a efetiva realização das metas de governo na regularização fundiária” e tinha a pretensão de “assegurar o cumprimento do princípio constitucional da função social da propriedade” (Decreto 87.700 de 12/10/82). Com o PNPF e as mudanças que introduziu na sistemática do Imposto Territorial Rural (Lei 6.746 de 10/12/79 e Decreto 84.685 de 06/05/80) e no instituto do usucapião (Lei 6.969 de 18/12/81, Decreto nº 87.040 de 17/03/82 e Decreto 87.620 de 21/09/82), o governo Figueiredo propalava estar realizando “a maior reforma agrária do mundo”.

Por outro lado, os governos militares investiram pesadamente na “modernização” do latifúndio por meio do crédito subsidiado, dirigido basicamente para as culturas de exportação, dos incentivos fiscais a projetos agropecuários e similares e de programas de apoio múltiplo a determinados setores, como o caso da agroindústria canavieira.

Longe de mudar a estrutura agrária do país, a opção de combinar uma “solução doce” do problema agrário, via intervenções utópicas, com uma agressiva política de modernização tecnológica acabou por agravar a situação. Entre os primeiros anos do regime militar e o início da “transição”, a propriedade da terra concentrou-se ainda mais. Os dados oficiais mostram que, entre 1967 e 1984, a área ocupada pelos imóveis com mais de mil hectares aumentou de 47 para 58%, enquanto aqueles com menos de cem hectares viram a área sob seu controle cair de 19 para 14% da superfície total dos imóveis rurais do país.

Junto com a concentração da propriedade, cresceu a concentração de renda no campo. Entre 1970 e 1980, os 5% mais ricos no setor agropecuário, que detinham 28% da renda, passaram a controlar 40%, enquanto os 50% mais pobres tiveram sua participação diminuída de 16 para 12%. Curiosamente, com o crescimento da concentração da terra e da renda, aumentou também a ociosidade das terras. Entre 1972 e 1984, a área não explorada dos latifúndios, segundo o INCRA, subiu de 25 para 41% de sua área aproveitável. A “modernização” foi, muitas vezes, mero pretexto para a especulação imobiliária. Não terá sido por acaso que a produção de alimentos diminuiu sensivelmente no período.

No rastro da “modernização”, aumentaram os conflitos em torno da posse da

terra e entre grandes proprietários e trabalhadores rurais, envolvendo, quase sempre, a violência física. Entre 1971 e 1985, de acordo com dados do Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário, os conflitos passaram de 109 a 950 por ano, e os conflitos com mortes, de 20 para 180.

A extrema gravidade da situação social no campo e a crescente mobilização dos trabalhadores rurais terão certamente pesado na decisão de coligação que se formou para a inclusão da reforma agrária na plataforma da Aliança Democrática. Um programa que não contemplasse a reforma agrária não conseguiria a simpatia do movimento sindical dos trabalhadores rurais ou da Igreja Católica que, desde meados dos anos 70, voltara a estimular a organização dos camponeses.

Na mesma seqüência, o governo da chamada “Nova República” foi levado a criar um Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário (Mirad), elaborar uma proposta e, posteriormente, um Plano Nacional de Reforma Agrária (PNRA), que se propôs assentar 1.400.000 famílias em quatro anos, numa área de 43 milhões de hectares, a serem obtidos basicamente por meio de desapropriação por interesse social. Embora denunciado pela sua timidez pelas forças pró-reforma, um plano dessa monta teria sido impensável nos limites estreitos da Carta de 1946.

Pressionados por todos os lados e enfrentando fortes lutas internas, o Mirad e o INCRA, sobretudo em sua primeira gestão, chegaram a tomar algumas iniciativas importantes no sentido da dinamização das desapropriações, da moralização das concessões de terras públicas, das autorizações para aquisição de terras por estrangeiros, das aprovações de projetos agropecuários, bem como na identificação dos grandes devedores do imposto territorial e dos conflitos de terras e no encaminhamento de propostas para a sua solução, mas esse esforço não teve continuidade.

Se, em 1964, a falta de legitimidade impulsionou o governo Castelo Branco a propor o Estatuto da Terra, tentando conciliar reforma agrária e modernização do latifúndio, em 1985 uma legitimidade duvidosa fez com que o governo Sarney propusesse a reforma agrária sem se dispor a realizá-la efetivamente. O próprio decreto do presidente da República que instituiu o plano já dificultava sua efetivação, sugerindo que não fossem desapropriados os latifúndios que observassem os itens da função social (uma contradição nos termos) e aqueles que apresentassem grande incidên-

FIZEMOS A REFORMA
AGRÁRIA - LEVA PED
TEU PAI A PARTE
DELE

ilustração Claudius



cia de arrendatários e parceiros (uma das prioridades do Estatuto da Terra). Além disso, junto com o plano, aprovaram uma Exposição de Motivos (EM nº 501 de 08/10/85) que criava a "Política Nacional de Desenvolvimento Rural", inspirada pela Secretaria do Conselho de Segurança Nacional, com fórmulas bem ao estilo da "Velha República", como: "a reforma (...) deverá ser realizada de forma gradual e ordenada..." ou "preservar a propriedade de extensão compatível com a exploração existente" — que entravam em choque com o conteúdo do PNRA.

O resultado é conhecido: o atual governo sequer começou a aplicar seu próprio plano. Mesmo incorporando as áreas desapropriadas emergencialmente às suas metas, o governo não conseguiu, em dois anos, atingir 20% do que havia programado para o primeiro ano. Do mais, encarregou-se o Poder Judiciário que, estimulado pela ambigüidade do texto da Constituição de 1967/69 e pela falta de decisão do Executivo, tem, quase sempre, impedido que as desapropriações se completem.

A importância que assume hoje a questão da reforma agrária na Constituinte reflete a importância que a luta em torno da questão da terra assumiu na sociedade e os impasses, legais e políticos, com que têm defrontado os governos para

encaminhar uma solução para o problema. É sintomático que as propostas surgidas, à direita e à esquerda, não se conformem em formular uma vaga definição do conceito de propriedade, mas busquem definições precisas até com relação a tópicos como as formas de assentamento dos beneficiários da reforma e a política de preços mínimos.

A grande referência para os debates da Subcomissão de Reforma Agrária foi o documento, hoje transformado em "emenda popular", apresentado durante as audiências públicas da primeira fase da Constituinte pela Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag), uma espécie de central sindical camponesa, e por todo um conjunto de entidades, como a Associação Brasileira de Reforma Agrária (ABRA), a Comissão Pastoral da Terra (CPT) e o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra, hoje reunidos na Campanha Nacional pela Reforma Agrária (CNRA).

Trata-se de um documento amplo e bem fundamentado, que, preocupado em minimizar as possibilidades de descumprimento do texto constitucional, propõe dispositivos que sejam auto-aplicáveis, dispensando regulamentações futuras, e agrupados num capítulo especial do título que trata da "Ordem Econômica". Entre seus principais pontos, estão:

1. A subordinação da propriedade a uma obrigação social, conceito considerado mais adequado do que o da função social para indicar que a função social antecede o direito de propriedade, ou que sem função social o direito de propriedade inexistente.

2. Uma definição de obrigação social mais rigorosa que a de função social contida no Estatuto da Terra. Além do que já está estipulado na legislação atual, exige que o imóvel rural não motive a ocorrência de conflitos, respeite os direitos das populações indígenas e não ultrapasse o limite máximo de 60 módulos rurais. Embora o tamanho dos módulos varie de região para região, pelos padrões atuais isso significaria uma área máxima de 7.200 ha na região amazônica.

3. A idéia de graus de descumprimento da obrigação social. Os proprietários com área superior ao limite máximo e que não cumpram os demais itens da obrigação social seriam penalizados com "a perda sumária da propriedade". Já aqueles com área inferior a 60 módulos poderiam ter seus imóveis e respectivas benfeitorias desapropriados em títulos da dívida agrária, resgatáveis em 20 anos, a partir do quinto ano, não podendo a indenização ultrapassar o valor declarado para efeitos de Imposto Territorial Rural. As pequenas propriedades, imóveis com menos de três módulos, estariam isentas de desapropriação.

4. A imissão imediata da União na posse do imóvel tão logo fosse ele desapropriado pelo Executivo. O mérito da desapropriação não seria passível de apreciação judicial, mas tão somente o valor da indenização.

5. O disciplinamento das transferências de terras públicas a particulares, que não poderiam beneficiar pessoas jurídicas estrangeiras, nem exceder o limite de três módulos rurais.

6. O disciplinamento da aquisição de terras particulares por pessoas físicas e jurídicas estrangeiras, que também teria seu limite máximo fixado em três módulos.

7. A suspensão de todos os despejos de trabalhadores rurais durante a execução da reforma agrária.

As linhas da proposta da CNRA foram incorporadas pelo relator da Subcomissão de Reforma Agrária, deputado Osvaldo Lima Filho. No Anteprojeto que elaborou, todavia, foram suprimidos vários itens importantes da proposta, como a perda sumária da propriedade, a imissão imediata na posse, a inexistência de conflito como item da função social, a suspensão dos despejos. O limite máximo de área foi mudado de 60 para cem módulos e o prazo de resgate dos títulos da dívida, de cinco anos para um ano.

Posteriormente, o Anteprojeto Osvaldo Lima sofreu modificações, incorporando várias emendas de parlamentares conservadores, para que fosse possível um entendimento entre os membros da Subcomissão, cindida entre partidários e adversários da reforma agrária. Mesmo assim, a Subcomissão, numa sessão conflituosa, onde não faltou sequer o desaparecimento misterioso de um deputado, acabou por aprovar dois artigos do chamado Substitutivo Rosa Prata. O primeiro afirma que “é garantido o direito de propriedade de imóvel rural, que deve cumprir uma função social”, e enuncia os itens da função social, sem qualquer exigência de simultaneidade. O segundo manda criar Varas Agrárias para dirimir conflitos fundiários.

Na Comissão da Ordem Econômica, o Relatório da Subcomissão foi objeto de um Substitutivo do relator, senador Severo Gomes. Restabelecendo a simultaneidade dos itens da função social, nos termos do Anteprojeto Osvaldo Lima, o Substitutivo Severo Gomes avançou em matéria de imissão imediata na posse, adotando a formação do documento da Campanha Nacional pela Reforma Agrária, com uma ressalva: o proprietário poderia questionar o mérito

da desapropriação, mas não haveria reversão ao seu domínio; se o recurso do proprietário fosse julgado procedente, a indenização seria paga em dinheiro e não mais em títulos.

O Substitutivo do senador Severo Gomes avançou também alguns passos com relação à atual legislação na questão da alienação de terras públicas, reduzindo de três mil para 500 hectares o limite para ser objeto de aprovação pelo Senado Federal.

Em contrapartida, estabeleceu que as benfeitorias seriam pagas em dinheiro e transferiu para a legislação ordinária as questões da área máxima e da aquisição de terras por estrangeiros. Sobretudo, adotou uma definição de função social mais estreita que a do Estatuto da Terra.

A moderação do texto, todavia, não foi suficiente para que fosse aprovado pela Comissão da Ordem Econômica. Os conservadores de diferentes tendências resolveram fechar questão em torno do Substitutivo Jorge Viana, que acabou sendo aprovado — numa sessão que nada ficou a dever àquela da Subcomissão —, sendo incorporado ao Anteprojeto da Comissão da Ordem Econômica e, posteriormente, ao primeiro Anteprojeto de Constituição, consolidado pelo relator da Comissão de Sistematização, deputado Bernardo Cabral.

O texto do Anteprojeto restabelece a não simultaneidade dos itens da função social; cria a figura da “propriedade que é ou está em via de ser racionalmente explorada”; limita a desapropriação à “propriedade territorial rural improdutiva”, a ser definida por lei ordinária; transforma a desapropriação em títulos numa opção (“a indenização das terras nuas poderá ser paga em títulos da dívida agrária...”); reintroduz o conceito de “prévia e justa indenização” e, finalmente, elimina a imissão imediata na posse, introduzindo ainda a exigência de uma prévia vitória judicial ao imóvel a ser desapropriado. Em suma, é eliminada qualquer possibilidade de reforma agrária, recuando-se não apenas com relação à Proposta da Campanha Nacional pela Reforma Agrária, ao Substitutivo Osvaldo Lima ou ao Relatório Severo Gomes, mas com relação à atual Constituição e ao Estatuto da Terra, e, num certo sentido, fechando todas as portas à própria Constituição de 1946.

Uma Constituição que consagrasse, em matéria de reforma agrária, um texto como o do Anteprojeto, estaria condenada a nascer ilegítima. Menos equipada que a própria legislação do período autoritário para enfrentar o problema fundiário, con-

tribuiria para o agravamento dos conflitos e da violência no campo. Mantendo na marginalidade política expressiva parcela da população brasileira, seria incapaz de propiciar o surgimento de instituições sólidas em nosso país.

Felizmente, existem sinais de um possível acordo com relação a alguns pontos ditos fundamentais. E não é demais lembrar que um texto constitucional que, para contornar impasses imediatos, se limite a enunciar princípios muito vagos pode conduzir a dificuldades políticas e institucionais de médio prazo também consideráveis. Não fosse assim, o quadro fundiário do país, com a legislação agrária existente e um plano governamental de reforma agrária, já seria outro.

A Constituição, é óbvio, não realiza a reforma agrária. Mas, para ter legitimidade e eficácia, tem que comprometer o Estado com sua realização e assegurar mecanismos mínimos capazes de viabilizá-la. Isso inclui uma definição adequada de propriedade, que efetivamente a subordine à sua função social, torne factíveis as desapropriações e permita a necessária diversidade de formas de propriedade e exploração do solo na nova estrutura agrária. Supõe a definição de mecanismos de contenção à criação de novos latifúndios e a transformações indesejadas da futura organização fundiária. Exige ainda a definição de recursos financeiros para sua realização.

Por uma espécie de paradoxo, os países que realizam suas reformas agrárias no bojo de processos revolucionários ou *manu militari* podem se dar ao luxo de contar com poucas indicações legais. Já aqueles que fazem suas reformas dentro dos marcos da normalidade democrática necessitam de dispositivos constitucionais e legais mais radicais, para evitar que a tradução da lei na prática seja a sua negação.

O rumo a ser adotado pela Constituinte dependerá, em grande parte, da medição de forças, que já está se dando, entre aqueles grupos que, na sociedade, defendem a reforma e os que a ela se opõem. A capacidade de mobilização dos trabalhadores rurais e o poder de persuasão de suas lideranças serão decisivos. Mas pesará também, no desfecho dessa batalha, o bom senso que possa ter uma assembléia basicamente conservadora de — pensando menos nos interesses imediatos de seus integrantes e mais no futuro da democracia — definir regras que, pelo menos, não impeçam que, amanhã, algum governo livremente eleito se disponha a fazer prevalecer a vontade da maioria. ■

**O XPC tem uma
vantagem que
você não encontra
em nenhum outro PC.**

A qualidade Cobra.

O XPC é o único PC do mercado que tem a assinatura do maior fabricante nacional de computadores.

A marca da Cobra, a empresa que é pioneira no desenvolvimento da informática brasileira.

Que criou e desenvolveu, com tecnologia nacional, a mais completa linha de computadores hoje disponível no mercado.

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

o melhor suporte e a melhor assistência técnica.

Com tudo isso, o PC da Cobra já nasce com muita vantagem em relação a qualquer outro PC.

Mas ainda tem mais.

A Cobra é a Cobra, e não lançaria simplesmente um PC como outro qualquer. O XPC traz importantes inovações, que beneficiarão todo o mercado nacional de informática. A principal delas é a placa SOX-PC.

Graças a essa placa o XPC passa a utilizar o sistema operacional desenvolvido pela Cobra, inteiramente compatível com o UNIX* System V, que abre novas perspectivas para todos os programadores, as software-

houses e os usuários de PCs.

Há muito tempo o mercado vinha pedindo um PC com a qualidade Cobra.

Aí está.

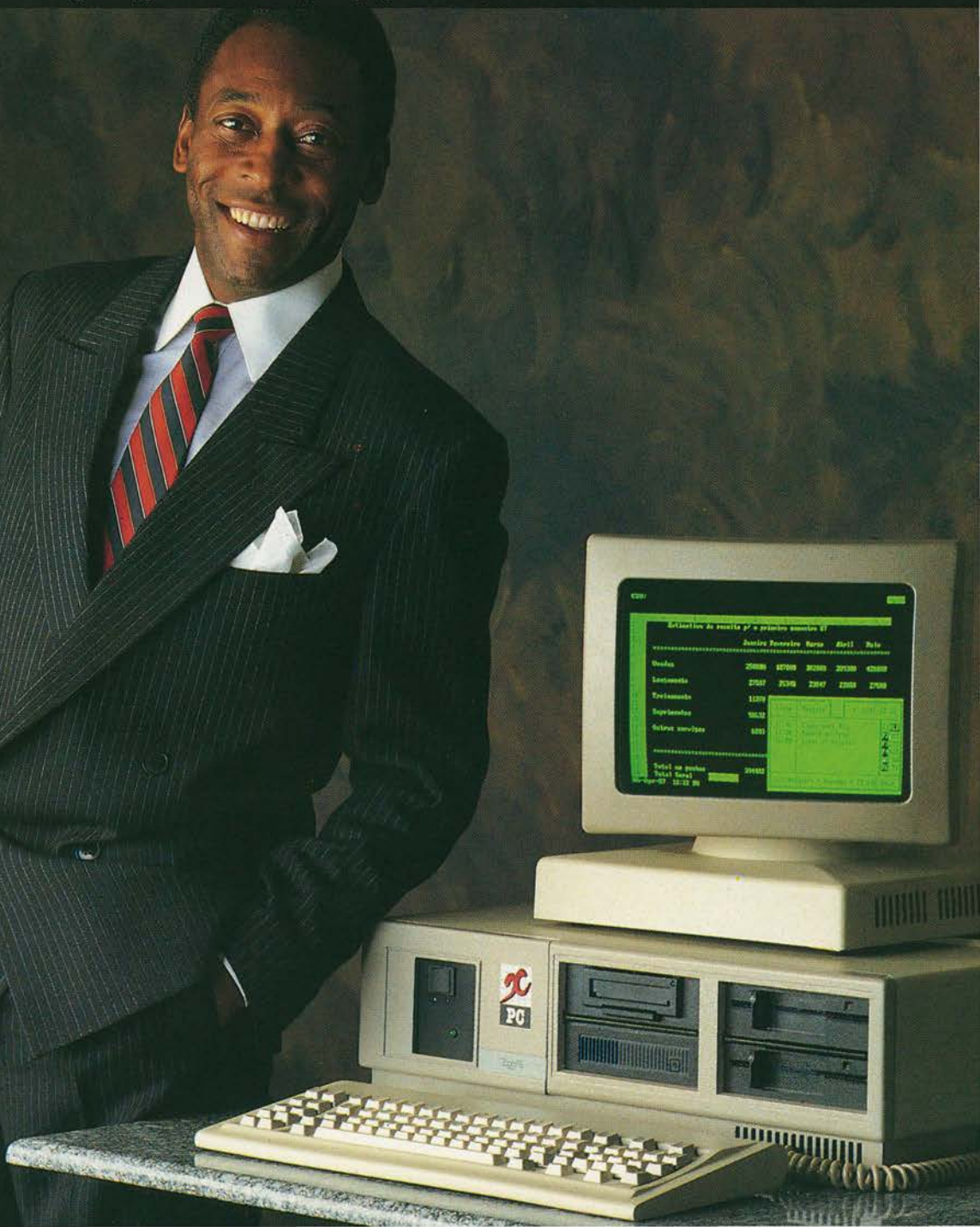
A Cobra lança o XPC e oferece muito mais do que você poderia esperar de um PC.



Este é Cobra.

* UNIX é marca registrada da AT&T

Cobra
COMPUTADORES



TRATAMENTO PARA FUNGO DO TRIGO

O oídio é uma micose de vegetais que ataca hospedeiros específicos, tais como trigo, cevada e aveia. Para sobreviver, o fungo patogênico necessita de hospedeiro vivo. Por este motivo, o Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) empenha-se atualmente no desenvolvimento de pesquisas para detectar onde o patógeno sobrevive no verão.

No Brasil, o oídio ocorre principalmente na região Sul, embora possa também aparecer em outras regiões com condições climáticas propícias. O patógeno adapta-se às condições mais diversas de clima, mas o melhor desenvolvimento da doença se dá com uma umidade relativa em torno de 80% e uma temperatura amena (16 a 18° C). Sua incidência é anual, com variação na intensidade de infecção. Justamente por causa dessa oscilação é que surgem controvérsias quanto aos prejuízos que a doença pode causar à lavoura do trigo (ver "O trigo nosso de cada dia", em *Ciência Hoje* nº 17).

Walesca Iruzun Linhares, fitopatologista do CNPT, explica que muito se tem questionado sobre a economicidade de se fazer um tratamento específico. Até 1982 a Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (CSBPT) recomendava tal medida. A partir daí a recomendação oficial foi suspensa com base em levantamento que mostrava ser o tratamento específico antieconômico para o agricultor. No entanto, estes dados foram obtidos em anos em que, por ter sido muito fraca a ocorrência de oídio, o investimento para o combate à moléstia não era compensador.

Foi a partir de 1975 que o CNPT intensificou as pesquisas em busca da resistência ao oídio e a outras doenças em cultivares de trigo. Criou-se, então, um programa especial visando a complementar a produtividade com a resistência ao oídio. O resultado está presente nas linhagens criadas pelo CNPT, atualmente em testes finais de rendimento, que vêm apresentando um bom desempenho quanto à reação ao fungo. Este trabalho de criação e seleção de populações segregantes é conduzido no campo, no telado e em casa de vegetação por fitopatologistas e melhoristas.

Ao se examinar a reação do material lançado ultimamente pelas diversas instituições de pesquisa, observamos um aumento relativo da resistência ao oídio. Enquanto a maioria dos cultivares comerciais antigos apresenta uma reação de alta suscetibilidade, o material recentemente lançado para cultivo, na região Sul do país, apresenta, em média, uma reação de moderada suscetibilidade a materiais bem resistentes.

Em experimentos conduzidos em 1986 com o cultivar IAS 54, altamente suscetível, houve uma perda de produtividade em torno de 100% em parcelas sem tratamento químico, comparando-as com parcelas tratadas no início do perfilhamento. A média de quebra de produtividade causada pelo oídio, dependendo do cultivar, fica entre 16 e 23%. Estes resultados demonstram, segundo Walesca Linhares, que quando a lavoura tem um alto potencial de rendimento, graças ao uso integral da tecnologia preconizada pela pesquisa, o tratamento do trigo, em anos de forte incidência do fungo, traz bom retorno econômico para o agricultor.

Com base nestes resultados, a CSBPT, em 1987, passou a recomendar o tratamento do oídio para lavouras com alto potencial de rendimento, a ser realizado quando o ataque alcançar uma incidência de 20%. Para quantificar este valor, o agricultor deve observar quase que diariamente a lavoura. Como a doença tem um desenvolvimento rápido, o tratamento deve ser aplicado quando 20% da lavoura estiver com as plantas mostrando a segunda folha atacada e iniciando o ataque na terceira folha (a contar de baixo para cima, que é como o trigo ataca a planta) e sob condições climáticas favoráveis.



foto CNPT/Embrapa

Sintoma do oídio na folha do trigo.

Walesca Linhares destaca a importância de o agricultor conhecer a reação do cultivar plantado. Embora seja suscetível à maioria dos nossos cultivares comerciais, os trigos resistentes, como o CEP 14 e o CEP 11, não necessitaram até agora de tratamento. Outros tipos tolerantes, como o CNT 8 e o Maringá, devem ficar sob observação. No Rio Grande do Sul, o ataque do oídio, quase sempre, começa na fase de perfilhamento do trigo — fins de agosto, início de setembro — para a região do planalto e costuma ser mais intenso em lavouras que disponham de boa adubação, principalmente a nitrogenada.

Por causar estresse ao trigo, o oídio facilita a instalação de outras doenças, como as septorioses, que, aliadas às ferrugens e à giberela, camuflam o dano por ele provocado. Os efeitos que faz incidir sobre o trigo são, principalmente, a diminuição do sistema radicular e do número de perfilhos. Raramente mata a planta, a exemplo do que ocorre com outras moléstias, mas a debilita muito, provocando a diminuição da produtividade.

O tratamento preventivo da semente é o mais econômico, pois protege a planta por um período médio de 45 a 50 dias após o plantio, impedindo o ataque inicial. Dependendo do ano, possibilita também o retardamento do controle para a época em que se realiza o tratamento contra a ferrugem da folha, em geral na fase de emborrachamento. Quando ocorre apenas o oídio, é recomendável a aplicação de um defensivo não específico e de menor custo, já que esta é uma doença facilmente controlável com produtos mais baratos.

Liane Matzenbacher

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo

Garantia de integração.



Agora todos os computadores da Scopus podem ser integrados pelo fio vermelho da Amplus.

A Scopus está incorporando aos seus produtos a Rede Local Multiplus II, que utiliza módulos de hardware e software da Rede Amplanet e opera sob o Sistema Operacional Sisine 3.2. Com isso, além de integrar todos os microcomputadores da Scopus, a Rede Multiplus permite a interligação de equipamentos heterogêneos como micros da família PC e Apple, supermicros e até superminis. A Rede Multiplus, com o Sisine 3.2, passa a ser uma excelente opção de Rede Local que segue os padrões internacionais, tanto em sua compatibilidade como no desempenho.

As vantagens disso são evidentes para o usuário. Agora, sua empresa já poderá compartilhar recursos como periféricos de alto custo, programas aplicativos, ferramentas, arquivos, implementando correio eletrônico e processos integrados a um custo baixo e excelente performance. A reconhecida tecnologia Scopus e a capacidade técnica da Amplus são um exemplo de união que resulta em muitas outras uniões. Duas empresas genuinamente brasileiras se integram para oferecer à sua empresa uma nova garantia de integração.

SCOPUS
tecnologia s.a.

PLANTAS MEDICINAIS E PICADAS DE SERPENTES

Desde os tempos primitivos o homem convive com animais peçonhentos no campo, nas matas, nos rios e no mar. Uma picada ou uma ferroadinha inesperada podem ser fatais. Nas serpentes, a peçonha — uma complexa mistura de enzimas e toxinas — resulta da secreção de glândulas salivares modificadas. Na caça a roedores, anfíbios ou aves de pequeno porte, a serpente utiliza a peçonha para matar a presa e, desta forma, degluti-la com tranquilidade. A picada de serpente no homem ou em animais domésticos causa acidente grave, que o nosso caboclo descreve com propriedade: “se não mata, aleija!”

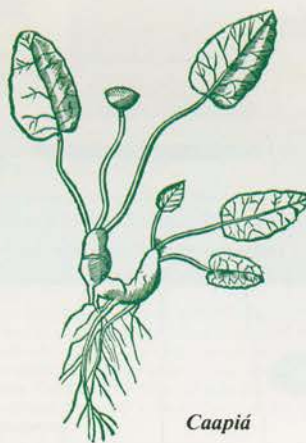
Em 1840, o bacteriologista alemão Emil von Behring, prêmio Nobel de medicina em 1903, descobriu o soro imune antidiftérico. Esta descoberta permitiu ao bacteriologista francês Albert Calmette, do Instituto Pasteur de Paris, preparar, em 1894, o soro imune para veneno de serpentes, que se tornou o principal recurso terapêutico no tratamento de envenenamentos causados por ofídios.

No Brasil, o soro antiofídico foi desenvolvido a partir de 1903, no Instituto Butantan (SP), pelo cientista Vital Brazil, que colocou nosso país na vanguarda do combate ao ofidismo — problema agudo nas regiões pioneiras de São Paulo, onde se iniciava a abertura de novas lavouras de café (ver “Instituto Butantan introduz tecnologia nacional para a produção de soros”, em *Ciência Hoje* nº 30). O soro imune — parte do sangue desprovida de glóbulos e de fibrina — é obtido por meio de sucessivas inoculações da peçonha em cavalos ou carneiros. Ele neutraliza as toxinas da peçonha por interação físico-química direta (reação antígeno-anticorpo) das toxinas do veneno com as imunoglobulinas presentes no soro.

Na falta de soro imune, o homem do campo recorre frequentemente ao uso de plantas medicinais para tratar picadas de serpentes venenosas, atribuindo a muitas dessas plantas o poder de antagonizar as diversas peçonhas. Guilherme Piso, médico holandês que aportou em Olinda com o príncipe Maurício de Nassau, em 1643, descreve em sua *História natural e médica da Índia Ocidental* os sinais e sintomas de picadas de cascavel, jararaca, surucucu, jararacuçu, coral e outras espécies venen-

sas de serpentes. No livro, Piso menciona o uso de extrato de raízes e folhas de caapiá, caacica (erva colubrina), malvaíscio, iaborandi e caapeba (trepadeira colubrina), entre outras plantas utilizadas com sucesso pelos silvícolas no tratamento de acidentes ofídicos.

Em 1843, o médico português Otto Wucherer passou a clinicar na Bahia, onde publicou vários trabalhos sobre identificação e casos de mordedura de serpentes venenosas e seu tratamento. No número 20 da *Gazeta Médica da Bahia*, de 1867, Wucherer observa que existiam no estado, na época, mais de cem espécies de plantas usadas contra mordedura das serpentes. “Nenhuma delas, no entanto”, afirma ele, “tem sustentado sua apregoada forma de específico” (medicamento que tem ação especial contra determinada doença).



Caapiá

No interior do Brasil, onde a maior parte da população rural não tem acesso ao soro antiofídico, há dezenas de “remédios” preparados localmente à base de plantas medicinais. Sua prescrição para o tratamento de picadas de serpentes é feita por curandeiros, práticos de farmácia e “entendidos”. Alguns são até semiindustrializados, como o Específico P. Pessoa, preparado pelo Laboratório Frota, de Sobral (CE). É comum encontrar nas casas de agricultores mais pobres do Nordeste, Norte e Centro-Oeste, em vez de soro antiofídico, o Específico P. Pessoa, em cujo rótulo se lê: “contra veneno de cobra”; “cura infalível e rapidamente os envenenamentos produzidos por animais ofídicos”.



Malvaíscio

Dada a diversidade de toxinas encontradas nas peçonhas, muitos descartam, *a priori*, a possibilidade de existir um extrato vegetal específico para o tratamento de picada de serpente. Não pensaram assim os pesquisadores japoneses Masashi Nakagawa e Koji Nakanishi, do Instituto Suntory de Pesquisa Biomédica, de Osaka, e os norte-americanos Lazlo L. Darko e James A. Vick. Partindo de 130 ml (dois vidros) do Específico P. Pessoa, preparado que afirmam ser um extrato alcoólico e aquoso da raiz de uma planta sul-americana popularmente chamada de cabeça-de-negro, os pesquisadores citados isolaram dois antídotos potentes contra o veneno de *Bothrops atrox*, a jararaca, espécie comum na bacia amazônica. Aos dois antivenenos deram o nome de cabrenegrin A-I e A-II.

Os pesquisadores não puderam, no entanto, identificar a planta que o Laboratório Frota usa para preparar o Específico P. Pessoa, pois, segundo eles, há pelo menos dez plantas diferentes com o nome de cabeça-de-negro na América do Sul. Apesar disso, chegaram a determinar as estruturas do material isolado, através do emprego de modernas técnicas de espectroscopia. As propriedades terapêuticas das cabrenegrins A-I e A-II motivaram o químico japonês Ishiguro Kubo a fazer a síntese das duas substâncias, pertencentes à classe dos pterocarpanos, cujas estruturas são apresentadas na página ao lado.

A julgar pela concentração das cabrenegrins (44 mg de A-I e um mg de A-II, isoladas de 130 ml do Específico P. Pessoa), sua potência antivenenifera não é nada desprezível. Se protegidos com cerca de 0,005

Extraído de *História natural e médica da Índia Ocidental*, de Guilherme Piso.

mg de cabrenegrin A-I ou A-II, camundongos com peso médio de 20 g resistem a uma dose do veneno de jararaca equivalente a 2,5 vezes a dose letal. Ao se purificar a substância, o rendimento é geralmente baixo. Ainda assim, a partir de um vidro do Específico, pode-se preparar princípios ativos em quantidade suficiente para que 1.500 camundongos fiquem protegidos de uma dose letal do veneno de jararaca. Quando injetado em animais este veneno provoca queda aguda da pressão arterial e alterações da respiração e do eletrocardiograma. Esses efeitos não foram observados em ratos que receberam a administração prévia das cabrenegrins.

Observações interessantes sobre o uso de plantas medicinais no envenenamento por serpentes foram feitas também pelos professores João Batista Calixto, Mauro Nicolau (ambos do Departamento de Farmacologia da Universidade Federal de Santa Catarina) e Rosendo Augusto Yunes, do Departamento de Química da mesma universidade (ver "Jalapa, a infalível, contra veneno de cobra", em *Ciência Hoje* nº 21, p. 9). Encorajados por Manoel J. Fonseca, conhecedor de medicina popular do Triângulo Mineiro, eles procuraram estudar as propriedades do extrato alcoólico aquoso da raiz de uma apocinácea encontrada nos cerrados da região, *Mandevilla vellutina*. Preparado com aguardente, este extrato é administrado, via oral, a vítimas de picadas de serpentes, até mesmo de *Bothrops jararaca*.

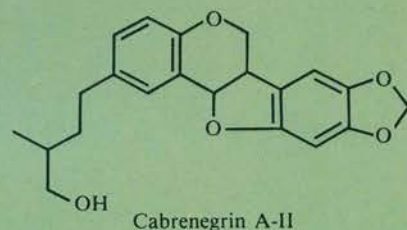
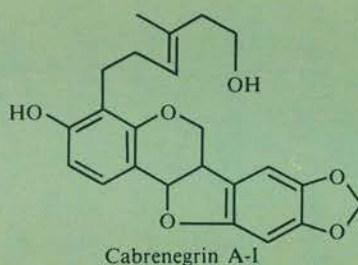
Calixto e colaboradores tomaram o efeito da bradicinina — polipeptídeo que provoca a queda da pressão arterial e estimula a musculatura lisa de vários órgãos — como indicador da atividade da peçonha. A peçonha de *B. jararaca* e de outras serpentes, como verificaram em 1948 os pesquisadores Maurício Rocha e Silva, Wilson Teixeira Beraldo e Gastão Rosenfeld, contém uma enzima (a que chamaram cininogenina) responsável pela liberação da bradicinina. Partindo da premissa de que a bradicinina se forma pela ação da peçonha, qualquer substância capaz de bloquear seu efeito poderia atuar como antiveneno.

Foi exatamente o que encontraram Calixto e colaboradores ao pesquisar o extrato de raiz de *M. vellutina*, que contém uma substância de natureza terpenica responsável pela inibição do efeito contrátil da bradicinina sobre o útero de rata. O efeito do extrato é bastante específico, pois não antagoniza o efeito da oxitocina, responsável pela contração do útero durante o par-

to. Igualmente, não é afetado o efeito contrátil da angiotensina, que eleva a pressão arterial, e do cloreto de bário. A inibição é do tipo a que farmacologistas e bioquímicos chamam competitivo.

A idéia de inibidor competitivo é a de que, para produzir um efeito farmacológico, qualquer substância tem que se ligar primeiramente a uma substância chamada receptora, situada na membrana ou no citoplasma da célula. A partir daí é que se desencadeiam os efeitos farmacológicos, que contam também com a participação de outras estruturas celulares. O inibidor competitivo (antagonista) se liga ao mesmo receptor, sem produzir o efeito farmacológico, mas bloqueando a ação do agonista.

Substâncias ativas do Específico P. Pessoa.



A descoberta do antagonista da bradicinina é importante pela especificidade do efeito e pela natureza competitiva da reação.

Vale a pena notar que os químicos já sintetizaram centenas de compostos na busca de um inibidor competitivo para a bradicinina, sem muito sucesso. De modo geral, procura-se candidato a inibidor competitivo entre substâncias que possuam estrutura semelhante à do agonista (a substância ativa). Não parece ser esse o caso do princípio que está sendo isolado por Calixto e colaboradores. É bem possível que novos conhecimentos sobre a natureza dos receptores possam surgir quando estiver(em) identificado(s) o(s) princípio(s) ativo(s) de *M. vellutina*.

Pesquisadores das áreas de química e farmacologia — reunidos no Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas em abril de 1986 — formaram um grupo interdisciplinar, voltado para o estudo de substâncias orgânicas naturais com ação biológica contra o veneno de ofídios e outros animais peçonhentos (arrais, escorpiões, lacraias e aranhas). O projeto foi denominado "Plantas com ação antivenenos". Coordenado pelo professor

Walter B. Mors (Universidade Federal do Rio de Janeiro), conta ainda com a participação dos professores Alaide Braga de Oliveira, Carlos Ribeiro Diniz e Dalton Ferreira Alves (Universidade Federal de Minas Gerais), Júlia Prado Franceschi e Lauro Soares Barata (Unicamp), Manassés Fonteles (Universidade Federal do Ceará) e João Batista Calixto (UFSC). Também tomam parte alunos de pós-graduação, pesquisadores da Fundação Ezequiel Dias e outros colaboradores.

Preparação dos extratos, purificação, isolamento e síntese dos princípios ativos naturais ficam a cargo dos químicos e bioquímicos. Os farmacologistas e fisiologistas se encarregam de desenvolver bioen-

saio confiáveis para avaliar, *in vivo*, a atividade antiveneno dos extratos de plantas. Foi o que fez Raquel Joane Rodrigues, estudante de pós-graduação do Departamento de Bioquímica da UFMG. Calixto lhe mandou o extrato alcoólico-aquoso da raiz de *M. vellutina*, o mesmo que inibe a atividade contrátil da bradicinina, para testar sua substância antiofídica. A conclusão — apresentada na II Reunião da Federação das Sociedades de Biologia Experimental, realizada em julho último, no Rio de Janeiro — foi de que o extrato não possui efeito antiveneno de jararaca ou de cascavel. Possui, pelo contrário, segundo constatou ao injetá-lo em camundongos, pequeno mas significativo efeito potencializador da atividade tóxica destes venenos.

Convém destacar — como vem fazendo o professor Fernando Ubatuba, da Universidade de Brasília, em seus trabalhos — a atividade tóxica de plantas ditas medicinais e o perigo do emprego indiscriminado destas plantas fora do ambiente de cultura popular.

Carlos Ribeiro Diniz

Departamento de Bioquímica e Imunologia, Universidade Federal de Minas Gerais

O GOSTO AMARGO DO MEL

Santa Catarina é o maior produtor de mel no Brasil, razão pela qual o produto vem ganhando crescente importância econômica no estado. A qualidade dos méis aí comercializados, contudo, deixa muito a desejar. A Divisão de Bromatologia do Laboratório Central do Departamento Autônomo de Saúde Pública de Santa Catarina fez uma avaliação organolética, físico-química e microscópica de 40 amostras em 1986 e verificou que 37,5% destas estavam em desacordo com os padrões estabelecidos pela legislação em vigor.

normas higiênico-sanitárias e tecnológicas determinadas para mel, ceras e derivados pelo Ministério da Agricultura (Portaria 001, de 24 de março de 1980). As 37,5% restantes apresentavam umidade alta (20%), acidez alta (20%) e fraudes (20%).

O conteúdo de umidade relaciona-se a diversos aspectos da estabilidade dos méis, o que foi associado recentemente à concentração de água disponível e sua correlação com a intensidade de ligação química com os demais componentes do produto. A composição química média do mel, de

num composto de cor vermelha. Esta reação detecta o mel aquecido ou adulterado com glicose comercial, mas ocorre também com o mel estocado à temperatura ambiente.

Todos os méis analisados apresentam uma coloração âmbar, variando das tonalidades claras às escuras por causa dos grãos de pólen das espécies vegetais encontradas na região. As características físico-químicas e organoléticas dependem das flores em que as abelhas coletam o néctar e que utilizam para suas posteriores necessidades alimentícias. Através da análise microscópica, verificou-se que as amostras não continham restos de insetos, parasitas e sujidades. Os grãos de pólen que predominaram foram dos tipos equinado de *Solidago virgaurea*, verrucoso de *Quercus pyrenaica*, granuloso de *Bromus mollis*, favolado de *Vilva platyphyllos* e equinado de *Artemisia camphorata*. A ausência de grãos de pólen em algumas amostras confirmou ocorrência de fraude.

O mel, um dos alimentos mais antigos de que se tem conhecimento, foi o primeiro adoçante utilizado pelo homem. São bastante conhecidas suas propriedades nutritivas e medicinais. Encontram-se no mel a vitamina B1, B2, B5, B6, vitamina PP, vitamina C, vitamina A e vitamina K. Também possui diversos ácidos, como o málico, cítrico, úrico, oxálico, fórmico e ascórbico. Outras substâncias importantes que o constituem são os fermentos: diastase, invertase, catalase e peroxidase.

Nem todo o mel disponível no mercado, no entanto, é confiável. Esta é a conclusão a que se chegou após a análise realizada pelo Departamento Autônomo de Saúde Pública de Santa Catarina. A constatação de que 37,5% das 40 amostras examinadas desobedeciam a legislação vigente revela que produtores inescrupulosos, no afã de obterem lucros sempre maiores, têm como prática freqüente a adulteração do mel. A tal ponto que já não se pode ter qualquer segurança quando se adquire este produto.

Célia Maria Teixeira de Campos, Eliane Moretto, Gilberto Alves, Rita Maria Batistti Archer, Rogério Goulart

Divisão de Bromatologia, Laboratório Central, Departamento Autônomo de Saúde Pública de Santa Catarina



foto Claus Meyer - Câmara Três

As amostras analisadas foram trazidas pelo Serviço de Fiscalização de Alimentos e também indicadas por interessados que suspeitavam de irregularidades no produto. Como é de praxe, foram reunidas três amostras, todas lacradas, de cada mel — uma em poder do detentor e duas encaminhadas para o laboratório. Destas, uma é aberta para fazer as análises e a outra é guardada como contraprova. As técnicas de análises físico-químicas e microscópicas empregadas basearam-se nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, do Laboratório Oficial de Referência Animal (Lanara) do Ministério da Agricultura e do Departamento Autônomo de Saúde Pública de Santa Catarina.

Segundo os resultados obtidos, 62,5% das amostras analisadas respeitavam as

acordo com J.S. Pros, é 20% de água, 78% de açúcares, 0,5% de proteínas, 0,2% de lipídios e 0,1% de minerais (enxofre, fósforo, cloro, sódio, potássio, cálcio e magnésio, entre outros). O aumento da umidade provoca um aumento de acidez, em razão do início da decomposição do produto por fermentação.

As fraudes foram verificadas através das reações de Lund e de Fiehe. Na reação de Lund, as substâncias albuminóides naturais do mel, precipitáveis pelo ácido tânico, permitem a verificação de mel adulterado por adição de xaropes e a detecção de méis artificiais. Na reação de Fiehe, o hidroximetilfurfural (produto da desidratação da frutose que ocorre quando há inversão da sacarose em meio ácido) reage com a resorcina neste meio, resultando

A FINEP também investe na sua saúde



Os laboratórios, instalados na Fundação Oswaldo Cruz, responsáveis pela produção de milhões de doses de vacinas por ano, foram financiados pela FINEP. O apoio à pesquisa e à capacitação tecnológica de entidades como a Fiocruz é uma das preocupações permanentes da FINEP, o banco de fomento do desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil.



FINEP, 20 anos investindo no futuro

Financiadora de Estudos e Projetos
Ministério da Ciência e Tecnologia

C&T EM MINAS: DE MAL A PIOR

A 11 de julho último, exatamente três meses após ter exonerado os 12 membros do Conselho Curador e o diretor-científico da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), o governador Newton Cardoso acabou por ceder às pressões da comunidade científica nacional, reconduzindo-os a seus postos. Com isso, conseguiu impedir que a situação crítica da Fapemig fosse discutida no maior e mais importante evento científico do país, a 39ª Reunião Anual da SBPC (aberta em Brasília no dia 12 de julho). Evitou, assim, que seu governo fosse duramente criticado por criar entraves ao desenvolvimento científico e tecnológico de Minas Gerais.

Diante da atitude do governador, reacenderam-se os ânimos dos pesquisadores mineiros, que apostaram na arrancada da Fundação a partir daquele momento. Mas o espírito anticientífico do governo Newton Cardoso não tardou a dar sinais de vitalidade. A estratégia adotada foi a de reconduzir o *staff* da Fundação e, sem liberar os recursos necessários ao seu funcionamento, deixá-la cozinhando em fogo brando. Do total de Cz\$ 50 milhões orçados para o ano de 1987, foram liberados até agora apenas cerca de dois por cento, isto é, uma quantia inferior a Cz\$ 1 milhão. Para se calcular o descaso com que as áreas de ciência e tecnologia (C&T) vêm sendo tratadas no estado, basta lembrar que essa soma irrisória corresponde a menos de um quilômetro de estrada pavimentada, ou a menos de dois dias de propaganda governamental nos meios de comunicação.

Na conjuntura atual, os projetos de pesquisa aprovados pela Fundação estão praticamente paralisados. Os pesquisadores não receberam as parcelas a que tinham direito, estão suspensas desde abril as bolsas de iniciação científica (cerca de 200), não há fundos para a promoção de eventos científicos nem para qualquer das outras modalidades de auxílio previstas pelos estatutos da Fundação. E o que é igualmente grave: por total falta de recursos, nenhum outro projeto pôde ser aprovado este ano, apesar de o calendário de 1987 da Fapemig prever várias datas para receber e examinar novas propostas de trabalho.

A situação de penúria em que vive hoje a Fapemig fez parte de um elenco de denúncias apresentadas pelo presidente da Comissão de Ciência e Tecnologia da Assembleia Legislativa de Minas Gerais, deputado Nilmário Miranda (PT), sobre o esfacelamento dos órgãos de C&T, de planejamento e de fomento à pesquisa em Minas. Nesses órgãos — Fundação João Pinheiro, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec), Instituto Estadual de Saúde Animal (IESA), Comissão de Política Ambiental (Copam), Empresa Mineira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Plambel) e Companhia de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Metrobel) — a situação é crítica: em razão dos baixos salários oferecidos e da ausência de definição de planos de trabalho, seus técnicos mais experientes vêm optan-

do pela iniciativa privada. Na Companhia Agrícola de Minas Gerais (Camig), foram demitidos 100 técnicos para a admissão de 200 — o que, aparentemente, pode ser confundido com alguma forma de interesse do governo pelo órgão. “Os novos profissionais, no entanto”, disse o deputado, “são inexperientes e a maior parte deles foi contratada por razões exclusivamente políticas”. Nilmário lembrou ainda o esvaziamento de órgãos como o Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais (Indi) e a Companhia de Distritos Industriais (CDI), que exerceram papel importante no desenvolvimento industrial de Minas Gerais e estão hoje totalmente sem expressão.

Não param por aí as trapalhadas do governo na área de C&T. O Plano Mineiro de Ciência e Tecnologia — aprovado no final de 1986 na gestão do secretário de Ciência e Tecnologia, Walfrido dos Mares Guia, e cuja implementação vinha sendo aguardada com entusiasmo pela comunidade científica do estado — parece estar fora de cogitação (ver “Ciência e Tecnologia em Minas: as metas precisam ser garantidas”, em *Ciência Hoje* nº 30, p. 72). Por decisão do governador, o Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia (Conecit), órgão responsável pela formulação do referido Plano, sofreu alterações em sua composição e se reuniu pela primeira vez no final de outubro para “um reexame profundo do documento”, conforme palavra do atual secretário de C&T, major José Ivo Gomes de Oliveira, na circular enviada aos membros do Conecit, convocando-os para a primeira reunião de trabalhos. Entre as alterações promovidas pelo atual governo na composição do Conecit, convém ressaltar que a Universidade Federal de Minas Gerais, a instituição de pesquisa de maior tradição no estado, perdeu o direito (garantido pelo decreto nº 21.990, de 10 de março de 1982) de indicar um membro nato, através de lista triplíce, para compor o Conselho. Com essas medidas, Newton Cardoso caminha a passos largos para impor-se como o chefe de governo que mais contribuiu para impedir o desenvolvimento científico e tecnológico de Minas Gerais.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje, Belo Horizonte

2954442



ASSINE CIÊNCIA HOJE

O PETRÓLEO SÓ É NOSSO QUANDO A TECNOLOGIA TAMBÉM É.

O desenvolvimento tecnológico é fundamental para o progresso de uma indústria.

E uma empresa industrial só conquista autonomia efetiva quando consegue dominar e desenvolver a tecnologia que utiliza.

Daí a importância do CENPES - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello.

O CENPES é o principal pólo de desenvolvimento de tecnologia da Petrobrás. Nele realizam-se pesquisas de novos processos e produtos, adequados às características do mercado e das nossas matérias-primas. Realizam-se também



Instalações do CENPES na Ilha do Fundão-RJ

projetos de engenharia básica, que são o primeiro passo para a implantação de instalações industriais.

A pesquisa e a engenharia básica integram-se, assim, no esforço constante de aprimorar a tecnologia, o que assegura à Petrobrás uma posição competitiva em relação às empresas do mes-

mo gênero. A área de atuação do CENPES inclui também o aperfeiçoamento do pessoal técnico de nível superior, além de proporcionar serviços de informação técnica e propriedade industrial (marcas e patentes).

A partir de 1973, o CENPES passou a funcionar em modernas instalações na

Cidade Universitária (Ilha do Fundão), no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro. É um conjunto de 15 prédios e construções auxiliares, que totalizam 39.000m² de área construída e onde se aloja a maior parte de seus quase 1.500 empregados, dos quais 630 são portadores de títulos universitários.

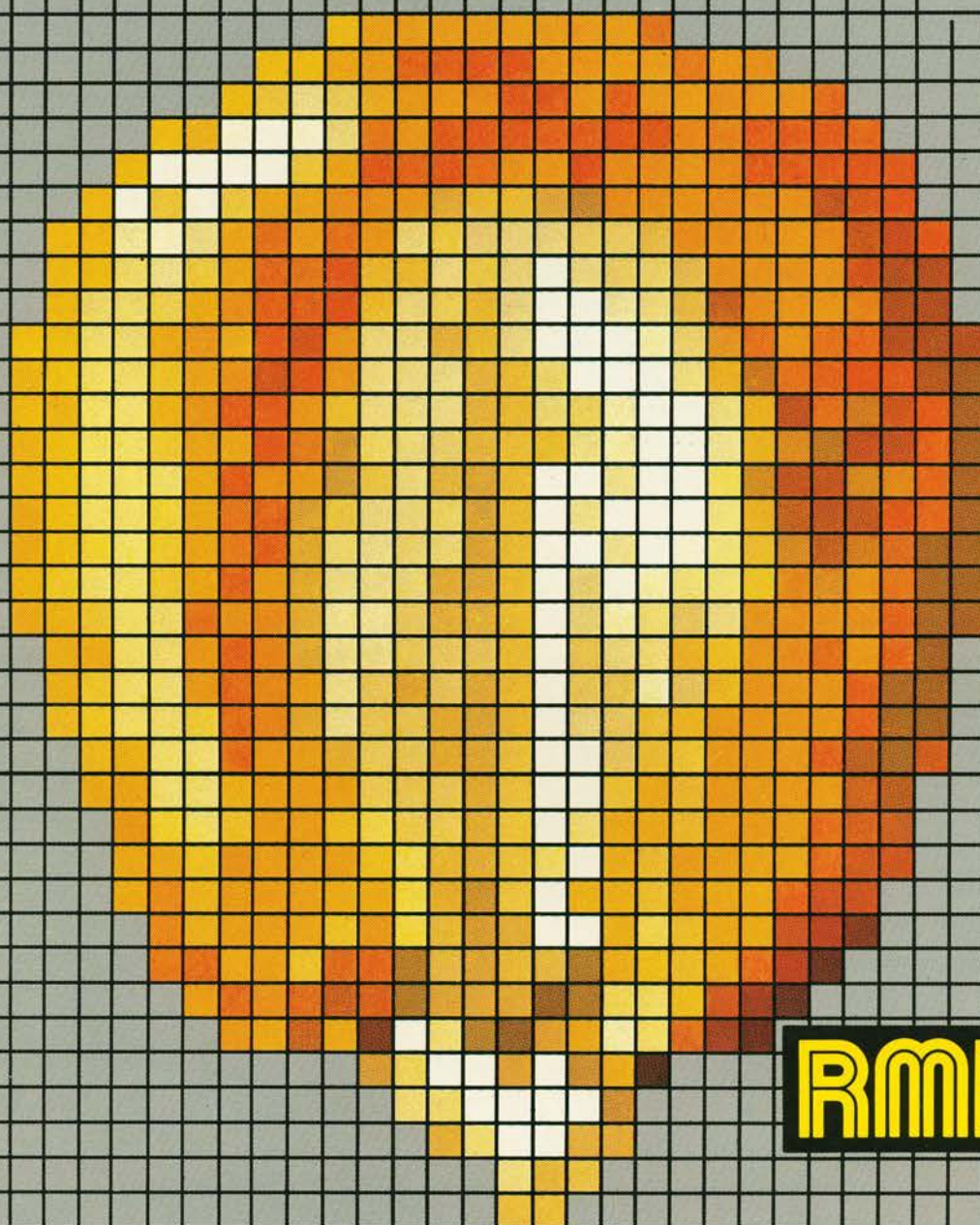
Como resultado de sua intensa atividade, o CENPES já domina cerca de 50 tecnologias fundamentais para a Petrobrás. E, no seu constante esforço de inovação, está sempre se valendo da colaboração de outras companhias, instituições científicas e universidades.

Nesses 21 anos de atividades, o CENPES contribuiu decisivamente para que a Petrobrás se tornasse uma empresa tecnologicamente forte, ocupando um lugar de destaque entre as mais avançadas companhias de petróleo.



PETROBRÁS

TECNOLOGIA DO MILHO. ESTE É O NOSSO DESAFIO.



RMB

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

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

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

RMB

Refinações de Milho, Brasil Ltda.

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