

UNIVERSIDADE
E EMPRESA

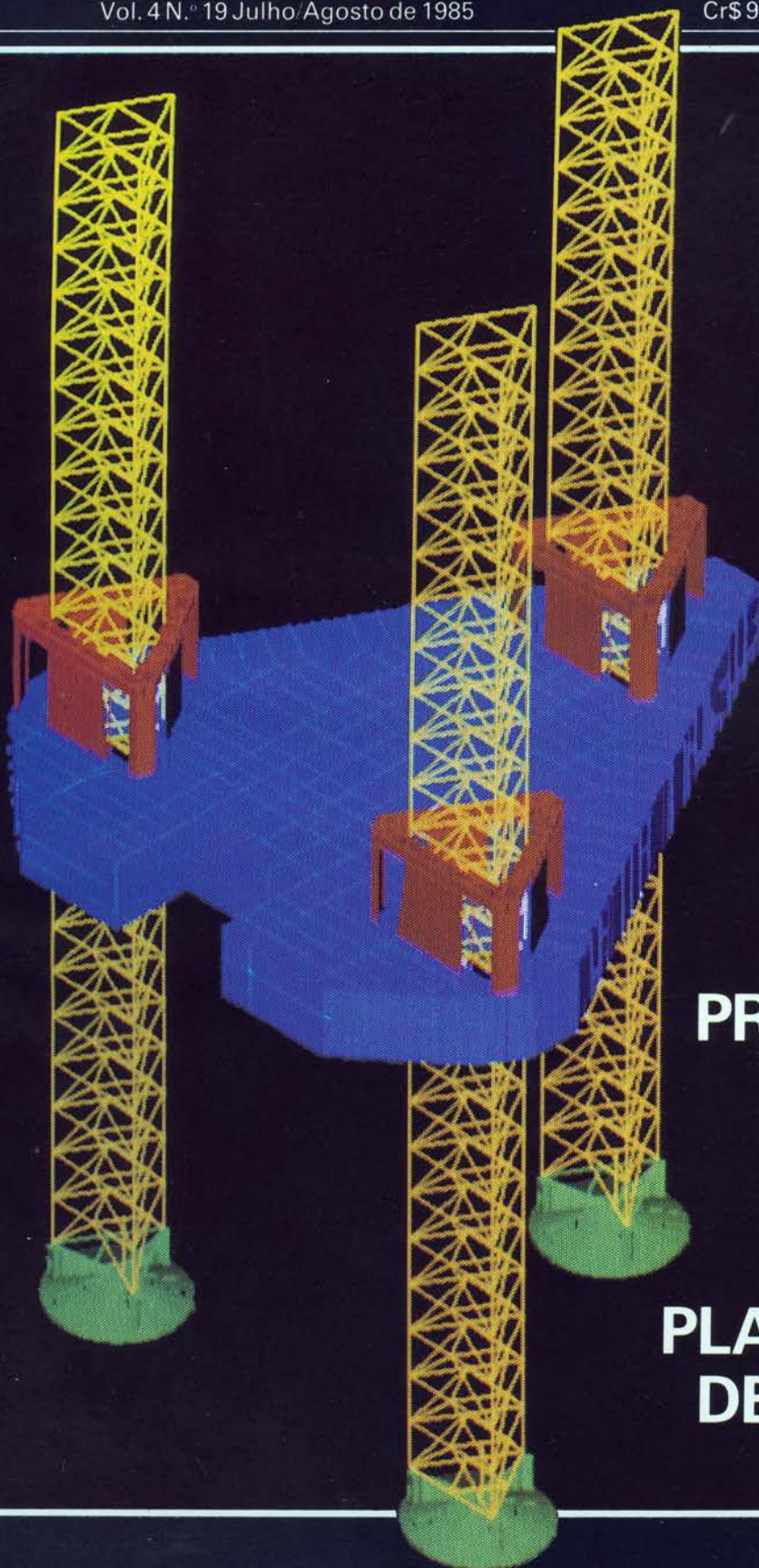
ISSN 0101-8515

CIÊNCIAHOJE

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

Vol. 4 N.º 19 Julho/Agosto de 1985

Cr\$ 9.000



**PRÉ-HISTÓRIA
NO BRASIL
FISIOLOGIA
DO SONO
PLATAFORMAS
DE PETRÓLEO**

A MÔNICA AUMENTA AINDA MAIS O APETITE DO SEU APPLE.*

Não adianta nada você ter um equipamento compatível com o Apple, com extraordinários recursos e uma extensa gama de softwares disponíveis, se a impressora não consegue passar todo este talento para o papel.

A impressora Mônica* da Elebra Informática garante a você a completa utilização destes recursos.

Com ela você produz gráficos de alta resolução, relatórios e mensagens com uma qualidade comparável às mais avançadas máquinas de escrever eletrônicas (Qualidade Carta). E muito mais.

Com a Mônica você pode até desenhar o seu próprio conjunto de caracteres, mudar o tipo de letra mesmo durante a impressão, e ainda utilizar o seu micro para outras tarefas, enquanto ela imprime, graças a sua memória própria.

Como todos os produtos Elebra Informática, a Mônica conta com uma grande tradição de eficiência e confiabilidade e uma completa Rede Nacional de Serviços (RNS) e assistência técnica.

Por tudo isso, antes de escolher uma impressora para o seu Apple ou Apple-compatível, conheça a Mônica. A impressora que não deixa o seu micro com fome de recursos, nem de qualidade.

Conheça tudo sobre a Mônica (EI 6010) e a Mônica Plus (EI 6030) nas melhores lojas especializadas do país.

*Algumas das características citadas neste anúncio são opcionais na Mônica EI 6010.



Mônica

A impressora mais vendida do país.

*A marca Apple é de propriedade de Apple Computer INC.

elebra  **informática**

A mais completa linha de periféricos.
Empresa controlada por Docas S.A.



34

ADESÃO DE SUPERFÍCIES

Fernando Galembeck

Pesquisa básica e aplicada se combinam para esclarecer as condições em que ocorre adesão entre superfícies, fenômeno presente a todo momento em nosso cotidiano. Seu estudo possui inúmeras aplicações tecnológicas.

26



44

PRÉ-HISTÓRIA DO BRASIL

Luciana Palustrini e Solange Bezerra Caldarelli

A análise de vestígios deixados pela atividade de populações pré-históricas permite reconstituir os modos de vida de grupos humanos que habitaram no passado o atual território do estado de São Paulo.

34

PLATAFORMAS DE PETRÓLEO: O CÁLCULO DAS ONDAS

Sérgio Adeodato

A Petrobrás encontrou novo campo submarino, cujo estoque de óleo é superior à soma de todas as reservas localizadas anteriormente no país. Sua exploração, no entanto, demanda o domínio de uma tecnologia de ponta na área da engenharia.

44



58

AS GALHAS

G. Wilson A. Fernandes e Rogério Parentoni Martins

O estudo das galhas pode fazer avançar nosso conhecimento sobre os mecanismos de interação entre insetos e plantas, fundamentais à preservação da ecologia de diversas regiões.

58

O SONO

César Timo-Iaria

Nas últimas décadas, o estudo das oscilações do potencial elétrico do cérebro fez com que a análise do sono e dos sonhos deixasse de ser apenas inferencial e interpretativa.

66



66

CARTAS	1
AO LEITOR	5
TOME CIÊNCIA	6
UM MUNDO DE CIÊNCIA	14
O LEITOR PERGUNTA	24
HUMOR	33
RESENHA	78
OPINIÃO	80
É BOM SABER	88
EVENTOS	96

**DESEMPENHO, EMOÇÃO COM SEGURANÇA.
PARA QUEM SABE COMO ESSAS COISAS SÃO IMPORTANTES.**



Está aí uma coisa que não dá pra explicar: o prazer e a emoção de dirigir um Escort XR3. O prazer de perceber a beleza, o design, a elegância das linhas do Escort XR3. O prazer que continua do lado de dentro, quando você percebe o conforto, o espaço, o acabamento cuidadoso. E a emoção quando você gira a chave e dá a partida. Aí você percebe a maciez, o silêncio, a estabilidade, a segurança. Tudo isso com muito desempenho, potência, agilidade. Passe hoje mesmo num Distribuidor Ford. E descubra o prazer e a emoção que só o Escort XR3 pode lhe oferecer.



ESCORT XR3
A máquina total.

O GRITO SILENCIOSO

Li o relatório publicado no n.º 17 de *Ciência Hoje* e gostaria de fazer os seguintes comentários:

1. Mesmo que um embrião humano, nas suas 12 primeiras semanas, não tenha “consciência” plenamente desenvolvida, este “fato” não justificaria o seu assassinato. Com esse ponto de vista, poder-se-ia também justificar o assassinato de adultos sob anestesia geral.

2. Afirma-se que, apesar de que uma ameiba se esquivava do toque de um instrumento, por meio de seus pseudópodos, “nem por isso alguém se atreveu até hoje a ver nesse fato a prova de algum tipo de consciência existente nesse pequeno ser”. Em primeiro lugar, uma ameiba está sabidamente muito longe de poder ser comparada a uma criança com 12 semanas de vida intra-uterina. Em segundo, há uma corrente de filósofos e cientistas que admite ser a consciência uma propriedade universal, desta forma existindo — em níveis obviamente muito baixos — até mesmo na matéria dita “bruta”. Com Teilhard, Whitehead, Hartshorne, Rezek, Rensch, Birch, Sewall Wright e outros, não vejo razão alguma para deixar de aceitar a presença de propriedades proto-mentais em toda a matéria e de uma certa “consciência” mesmo nas formas mais primitivas de vida. Não se esqueça de que a força gravitacional atua dentro do átomo tal como nos espaços interestelares, com a diferença de que é tão fraca no átomo que, pelos métodos modernos, ali não poderia ter sido descoberta. Mas está lá.

3. Poder-se-á dizer que não é “científico” aceitar que um embrião humano de 12 semanas tenha uma certa consciência, que toda a matéria esteja impregnada de uma “proto-mente”, que não se possa eliminar uma vida humana mesmo em seu nascedouro etc. Muitas coisas já foram “científicas” no passado e estavam erradas; muitas hoje o são e certamente deverão ser mudadas no futuro. Além disso, o método científico dá-nos apenas uma visão parcial da realidade — não toda ela. A visão científica (ou *soi disant* científica) do universo é sabidamente incompleta.

4. Estou ciente de que os autores não advogam o aborto como método normal de regulação da fertilidade, mas eles não vêem um crime nesse ato nefando. E a razão estaria em que, pelo que parece, o



embrião não tem ainda “consciência” como a dos adultos. É um critério. Outros critérios poderiam levar ao infanticídio. Outros mais justificaram o assassinato de adultos, com ou sem tortura prévia, e o emprego da eletrocução em vez do enforcamento.

5. Há um princípio soberano que não está sujeito às variações das hipóteses científicas: toda vida humana é sagrada e a matéria é o primeiro sacramento de Deus.

Newton Freire-Maia
Curitiba (PR)

• O aborto figura entre as questões mais polémicas da nossa época, mas já se pode registrar uma tendência histórica no sentido de que ele deixe de ser um “caso de polícia”. Posições pró e contra sua legalização podem ser defendidas com ética e competência por pessoas de boa fé. No entanto, não foi esse o caso do filme *O grito silencioso*, exibido em horário nobre na televisão brasileira e alvo de uma avaliação crítica por parte de quatro especialistas em *Ciência Hoje* n.º 17. Como reconhece o professor Freire-Maia, o sentido da matéria não foi o de um posicionamento a favor do aborto como método de regulação da fecundidade. Antes, tratou-se de um esclarecimento a indagações de leitores sobre o pretensão caráter científico de uma mistificação grosseira. Que tal atitude não encerra o debate, trata-se de uma constatação com a qual concordamos plenamente. Mas ela define uma pré-condição — a da seriedade — para uma reflexão que envolve diferentes ângulos de abordagem. Alguns deles estão esboçados na carta do professor Freire-Maia, segundo seu ponto de vista. Outros, não. De nossa parte, achamos que a possibilidade de encarar a paternidade e a maternidade como um direito individual; a necessidade de garantir afeto, amparo e alimentação às crianças que vêm ao mundo; e, antes de tudo, a urgência de levantar o véu de hipocrisia que encobre o atual silêncio sobre uma prática cuja difusão social é imensa — também são aspectos integrantes da reflexão.

VULCÃO DESLOCADO

Lendo o artigo “Cem anos da explosão do Krakatoa” (*Ciência Hoje* n.º 17, pg. 20), reparei que a famosa ilha vulcânica em questão foi “colocada” lá no Havai! ... o que não é correto. Na verdade, Krakatoa fica no Oceano Índico (...).

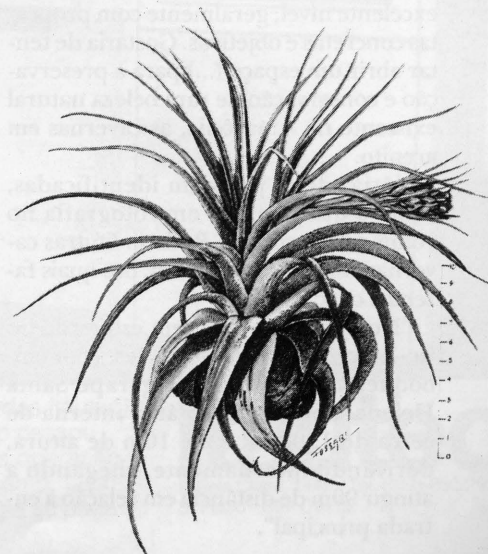
Marcio Neves da Silva
Petrópolis (RJ)

• O leitor tem razão. Pedimos desculpas pelo erro.

CORREÇÕES BOTÂNICAS

O botânico Carlos Toledo Rizzini, com muita propriedade e clareza apontou, na Resenha de *Ciência Hoje* n.º 17, a excelência da obra “Bromeliáceas e a malária-bromélia”, do botânico Raulino Reitz, que no mundo representa o livro que publicou mais estampas coloridas dessas jóias da natureza. As 118 estampas (não 108, como publicado), são do exímio desenhista Domingos (não Francisco) Fossari. Solicito publicar essas correções, juntamente com o endereço da única vendedora da obra: Herbário Barbosa Rodrigues, Av. Marcos Konder 800, 88.300 Itajaí, SC. Esta Sociedade sobrevive graças às doações de seus sócios e à venda de suas publicações: Flora Ilustrada Catarinense (125 monografias) e a revista botânica *Sellowia* (36 volumes).

Beloni Terezinha Pauli
Florianópolis (SC)





HONRA AO MÉRITO

A Sociedade Brasileira de Zoologia conferiu à *Ciência Hoje* o "Diploma de Honra ao Mérito", por "sua extraordinária contribuição à divulgação científica de alto nível, em especial da Zoologia, e pela divulgação dos Congressos Brasileiros de Zoologia". Junto com o diploma, assinado pelo Presidente da SBZ, prof. Nelson Papavero, Secretária Erika Schlenz e Tesoureira A. Cecília Z. Amaral, a revista recebeu uma Medalha de Ouro, como lembrança da homenagem.

CAVERNAS EM ARENITO

Como leitor assíduo de *Ciência Hoje* notamos (...) sistematicamente artigos sobre a região Amazônica. São artigos de excelente nível, geralmente com propostas concretas e objetivas. Gostaria de tentar abrir um espaço (...) para a preservação e conservação de rara beleza natural existente na Amazônia, as cavernas em arenito.

Várias delas já foram identificadas, como a que aparece em fotografia no volume 5 do projeto Radam. Outras cavernas em arenito ocorrem, das quais fazemos citação:

"No divisor da margem esquerda do rio Xingu (PA), a maior delas, com embocos voltados para o igarapé Santa Helena, apresenta um área interna de cerca de 1300 m² e até 10m de altura, derivando internamente, chegando a atingir 90m de distância em relação à entrada principal".

"A caverna do refúgio do Maroaga, localizada próximo ao município de Presidente Figueiredo (AM) tem altura de 18m na entrada, e a largura é de 8,5m. Seu comprimento é de 440m na direção preferencial NW e chega a atingir 540m se computarmos todas as entradas secundárias.

Com a devastação existente na região amazônica, e como geólogo que sou, não poderia ficar (...) sem clamar preservação para estes monumentos esculpidos pela natureza. Queremos que esta revista seja a portadora deste brado.

Alarico Antonio Jácomo
Brasília (DF)



ANIMAIS SILVESTRES

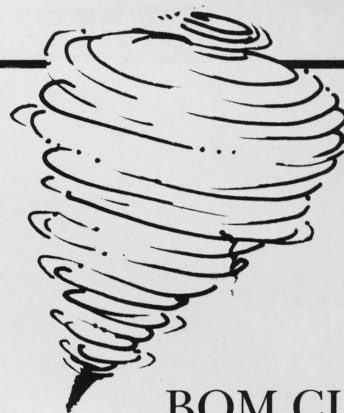
Pretendo entrar em contato com criadores de animais silvestres em cativeiro, para troca de informações. Meu maior interesse é por capivaras, caititis, antas e jabutis.

Nicolas Behr
SQS 415 — F-303
70928 Brasília (DF)

SERRA DA JURÉIA AMEAÇADA

Estou, mais uma vez, profundamente estarecido com os nossos governantes. A Juréia (entre Peruíbe e Iguape, SP) é mais uma área que está ameaçada. Por favor, alertem a todos, façam um artigo, não deixem a Juréia perecer. Não agüento mais essa pressão de viver perante "o tudo errado"; quero definições, quero posições concretas e não "em cima do muro". (...) Não quero o Saara, quero a Amazônia, não quero uma fábrica de artefatos de couro, quero o Pantanal, não quero a usina nuclear improdutiva e com escapes, quero a Juréia...

Roberto Medeiros de Araújo Santos (SP)



BOM CLIMA

(...) fiquei bastante contente com a edição, a forma e as ilustrações do meu artigo. O título ("Vidros de spin: novos desafios do magnetismo") também ficou muito bom. Foi um prazer trabalhar com vocês e sentir o clima criativo e estimulante da revista.

Mucio Continentino
Niterói (RJ)

CIÊNCIA HOJE NAS ESCOLAS

Vimos (...) agradecer (...) as revistas *Ciência Hoje* enviadas, (...) as quais são de suma validade para os nossos estudantes de 2.º grau. Foi de grande valia o envio desses números atrasados, (...) com ótimos conteúdos para professores, comunidade e principalmente os nossos alunos.

Comunicamos também que a revista *Ciência Hoje* sempre é aguardada com muita expectativa por todos os membros de nossa Escola e está sendo divulgada a outras escolas, ligadas à nossa, consideradas Escolas Tributárias. Por tudo isso, nossos sinceros agradecimentos (...)

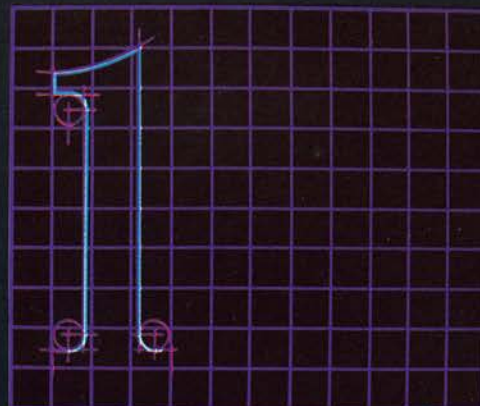
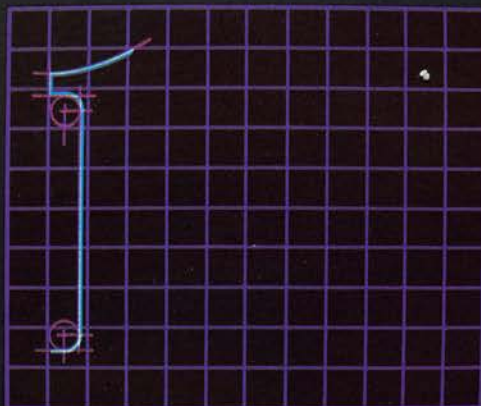
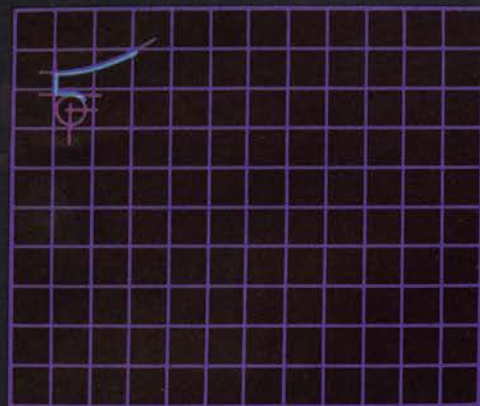
Naide Helena Stefanello e
Helena Pierina Sachet Mezzomo
Escola Dr. Maurício Cardoso —
Horizontina (RS)



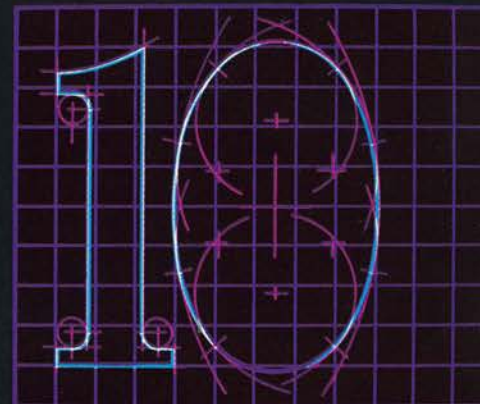
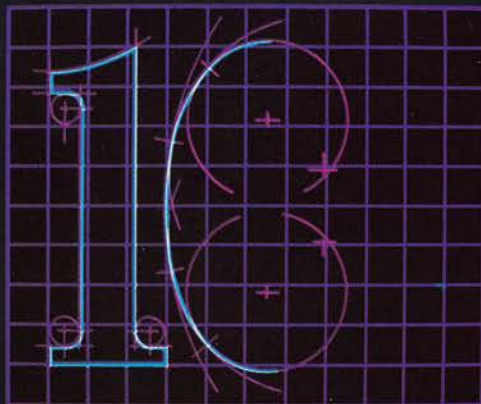
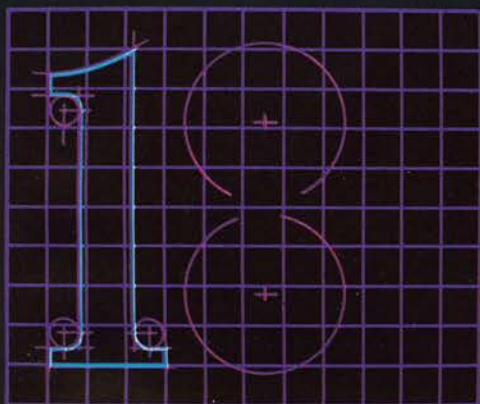
3.º ANIVERSÁRIO

A Assembléia Legislativa do Estado do Paraná aprovou voto de congratulações pela passagem do 3.º aniversário de *Ciência Hoje*, neste julho. O requerimento, encaminhado pelo deputado Rubens Bueno, salienta a "necessidade de se oferecer todo o apoio a iniciativas desta natureza".

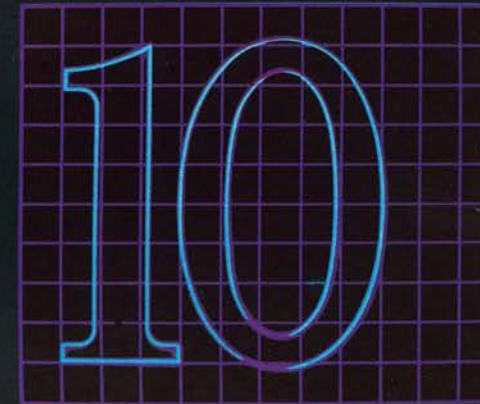
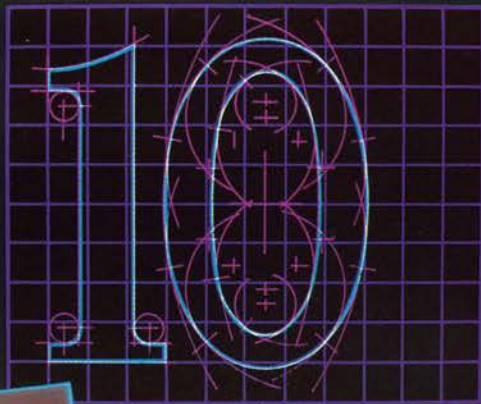
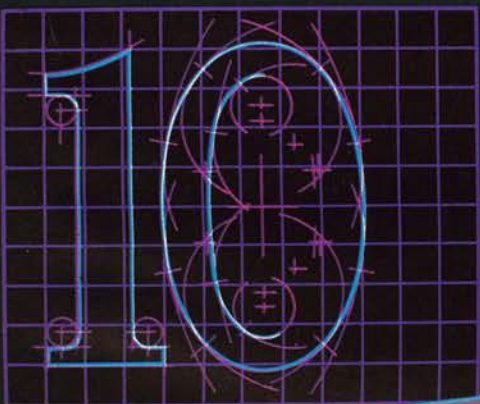
Em 1975 a Scopus fazia projetos. Hoje faz tecnologia.



De projeto, de produção e de uso. Scopus. Em dez anos,



o domínio total do ciclo tecnológico de informática.



A Scopus está sempre investindo na criação, fabricação e aperfeiçoamento de produtos para os usuários de informática. Porque acredita que os engenheiros e técnicos brasileiros têm talento e capacidade de sobra para dar as melhores soluções para os nossos problemas. Hoje, a Scopus está comemorando 10 anos dedicados ao desenvolvimento da mais alta tecnologia. Brasileira, é claro.

SCOPUS
tecnologia s.a.

Insista nesta tecla.



CBP

Renda Garantida da Nossa Caixa.

Aplique qualquer quantia a partir de 10 UPCs na Renda Garantida da Nossa Caixa.

Você calcula, na hora, quando e quanto vai ganhar. Os juros e a correção monetária são pré-fixados e o prazo, você é quem escolhe. De 90 a 720 dias, com a absoluta segurança da Nossa Caixa.

Renda Garantida da Nossa Caixa é a maneira tranqüila, sólida e certa de fazer o seu dinheiro render. Tão certa como $2 \times 2 = 4$. Venha buscar seus lucros no prazo combinado.

Aproveite esta nova alternativa de investimento da Nossa Caixa. Fale com o gerente.



Quem tem Renda Garantida da Nossa Caixa, multiplica... multiplica... multiplica...



Aqui seu dinheiro canta mais forte.

**nossa
caixa**

CAIXA
ECONÔMICA
DO ESTADO DE
SÃO PAULO SA

O NOSSO BANCO

Caro leitor,

A 37.^a Reunião Anual da SBPC se realiza sob novos signos. As circunstâncias que a cercam nos permitem cultivar esperanças no futuro do país.

Em sua longa existência, marcada pela mobilização permanente em defesa da atividade científica e da educação, a SBPC caminhou quase sempre contra a corrente, situação que foi levada ao extremo durante o recente ciclo de governos autoritários. Nele, pesquisadores vinculados a empresas estatais foram proibidos de participar de nossas reuniões anuais. Ministros de Estado e outras autoridades raramente compareciam. Pressões governamentais inviabilizaram a realização, em 1978, do encontro programado para Fortaleza.

Reconhecer que os tempos mudaram para melhor é apenas uma questão de justiça. Educação, ciência e tecnologia têm tido no novo governo um tratamento que justifica expectativas quanto à reversão do criminoso abandono a que foram relegadas nos últimos anos. Está em curso a efetivação do dispositivo constitucional que destina 13% do Orçamento da União à educação. A interação entre o recém-criado Ministério da Ciência e Tecnologia e a comunidade científica já apresenta os primeiros resultados (ver "Ciência, governo e sociedades", nesta edição). Para quem acompanhou o clima de suspeição até há pouco existente, a simples presença de diversos ministros nesta primeira reunião anual que realizamos na Nova República também indica mudanças. Ao contrário dos outros anos, não estabeleceremos agora apenas um diálogo entre nós mesmos — pesquisadores de todas as áreas da ciência — e com a sociedade, mas também com o governo, que certamente tem algo a dizer e muito a ouvir.

A nova situação traz em si desafios renovados. O desenvolvimento científico e tecnológico exige instituições consolidadas, capazes de garantir

COMEÇAR DE NOVO



COMEÇAR DE NOVO

SB
PC

37.^a

REUNIÃO ANUAL

10 A 17 DE JULHO DE 1985
BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA

continuidade de trabalho por anos a fio, seja em linhas de pesquisa, seja na formação de novos cientistas. Precisamos, portanto, pensar e agir tendo como referência uma escala de tempo diferente daquela que rege a vida dos governos. Por isso mesmo, a definição de políticas institucionais se impõe, para possibilitar a determinação de rumos de longo prazo.

Nesse quadro, cabe à SBPC manter-se fiel às suas origens. Sua auto-

nomia não pode ser menor agora do que foi em relação aos governos anteriores. A SBPC será tanto mais útil à nação quanto mais independência de ação e de crítica preserve para si. Somente assim a experiência acumulada nestes 37 anos de existência — e particularmente nos de resistência ao arbítrio — poderá contribuir, de forma consistente, para a construção de uma democracia estável e criativa.

Os Editores

CAFEZINHO ACELERA?

Há muito tempo se sabe que a cafeína é poderoso estimulante do sistema nervoso central, aumentando a rapidez do pensamento e retardando a fadiga muscular. Ingerida a partir de determinada dose, ela passa a exercer — como a cocaína ou a heroína — um efeito dopante sobre o usuário. O folclore dos esportes registra casos curiosos sobre o uso da cafeína ligado à prática de esportes. Um deles é a história ocorrida com o Clube Atlético Mineiro nos anos 20. Para compensar o desgaste de estafante viagem, os jogadores desse clube, antes de entrar em campo para enfrentar o Coríntians numa final de campeonato, tomaram uma injeção de cafeína. Eufórico, o time entrou em campo disposto a dar uma goleada. Por ironia do destino, houve atraso no início da partida, e, como a ação estimulante da cafeína no organismo humano se esgota em cerca de duas horas, o clube mineiro deixou o gramado amargando uma derrota de 11 a um.

Por histórias como esta, a questão do doping por uso de cafeína passou a exigir posição do Comitê Olímpico Internacional (COI). Só em 1984, porém, por ocasião das Olimpíadas de Los Angeles, é que o comitê pôs em prática um teste específico para verificar o doping por uso de cafeína. Segundo a norma estabelecida pelo COI, a presença de 10,7 miligramas de cafeína por quilograma de peso do atleta caracteriza o doping. Assim, tomando por volta de 25 cafezinhos antes de participar de uma prova, um atleta de 70 quilos corre sério risco de ser eliminado: o exame de sua urina detectará resíduos em quantidade que caracteriza o doping.

Entretanto, o efeito da cafeína sobre a capacidade física do homem ainda não fora testado de forma que excluísse a sugestão psicológica provocada pela ingestão da droga. Foi o que se tentou fazer no Laboratório de Fisiologia do Esforço (Lafise) da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais. Em seu “Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício”, o fisiologista Luiz Oswaldo Rodrigues e seu auxiliar Ulisses de Paula Filho demonstraram que, efetivamente, o uso da cafeína

afeta o desempenho na realização de exercícios físicos.

Os pesquisadores testaram a resistência de seis indivíduos de 20 a 49 anos, de sexo masculino, a um esforço contínuo, fazendo-os pedalar um cicloergômetro Funbec de frenagem eletrônica, em três níveis de esforço. O desempenho de cada indivíduo foi medido três vezes: primeiro, para se determinar sua capacidade aeróbica máxima; uma segunda vez, 15 minutos após a ingestão da cafeína; a terceira, sem ingestão da mesma. A droga foi ministrada na dosagem de 500 mg, e, para que se pudessem observar os seus efeitos orgânicos sem a interferência de fatores psicológicos, evitou-se que os sujeitos da experiência, soubessem quando ingeriam cafeína antes do início dos testes na bicicleta. Para tanto, a substância era administrada em forma pura, adicionada a suco de uva artificial, sem açúcar, o que impedia seu reconhecimento pelo sabor, o olfato ou a visão.

A análise dos resultados obtidos revelou que, após a ingestão de cafeína, os indivíduos permaneciam mais tempo pedalando o cicloergômetro, sobretudo nos níveis de esforço inferior e médio. A avaliação do rendimento dos indivíduos nos níveis de 50 e 75% de sua capacidade aeróbica máxima evidenciou que o uso da cafeína propiciara um aumento do rendimento em 24,7 e 28%, respectivamente. No nível de 85% da ca-

pacidade aeróbica máxima, a variação do tempo de permanência na bicicleta não foi estatisticamente significativa.

Segundo os pesquisadores, a cafeína teria aumentado a capacidade física de trabalho nos níveis menos intensos provavelmente em decorrência de seus efeitos estimulantes sobre o sistema nervoso central e o metabolismo do tecido muscular. Este último efeito deve-se, ao que tudo indica, à ação desse alcalóide sobre os lipídios como substrato energético durante o exercício. Por meio de um espirômetro, mediu-se também o volume de oxigênio inspirado e de gás carbônico expelido pelos sujeitos durante os exercícios. No nível menos intenso de esforço, a análise do quociente respiratório mostrou que a cafeína parece de fato retardar a fadiga dos músculos, estimulando o consumo de lipídios circulantes e intracelulares e poupando o glicogênio.

Vimos que, para o COI, o doping por cafeína se configura quando se constata 750 miligramas da droga no organismo do atleta. Ora, pondo em xeque esse critério, os resultados da pesquisa do Lafise mostram que 490 miligramas de cafeína são suficientes para conferir ao indivíduo um rendimento físico superior ao que teria na ausência do estimulante. Traduzida em cafezinhos, essa dose corresponde a 16 xícaras.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje, Belo Horizonte

A MOSCA QUE VEIO DE LONGE

Em 1983 foi dado o alerta. A expansão da praga representada pela mosca *Haematobia irritans*, cuja presença no Brasil foi assinalada pela primeira vez por Valério Guimarães (1983), poderia constituir grande perigo para os rebanhos nacionais (ver “Nova praga ameaça o gado no Brasil”, em *Ciência Hoje* n.º 9).

Originária do Velho Mundo e introduzida nos Estados Unidos em fins do século passado, essa praga atingiu há muito tempo vários países da América Latina, como a Guiana, a Colômbia, a Venezuela, o Equador e o Chile. Acredita-se que tenha penetrado no Brasil em 1978, através de Roraima, junto com o gado que, àquela época, era contrabandeado

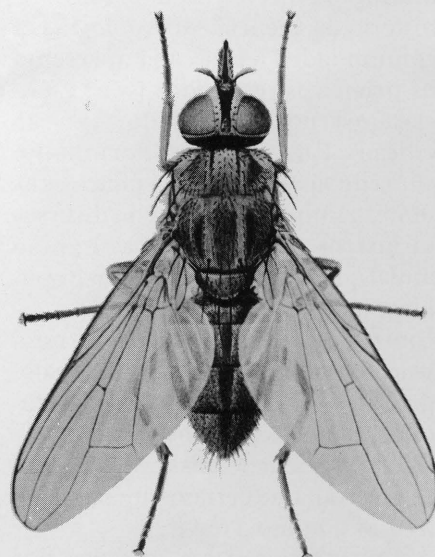
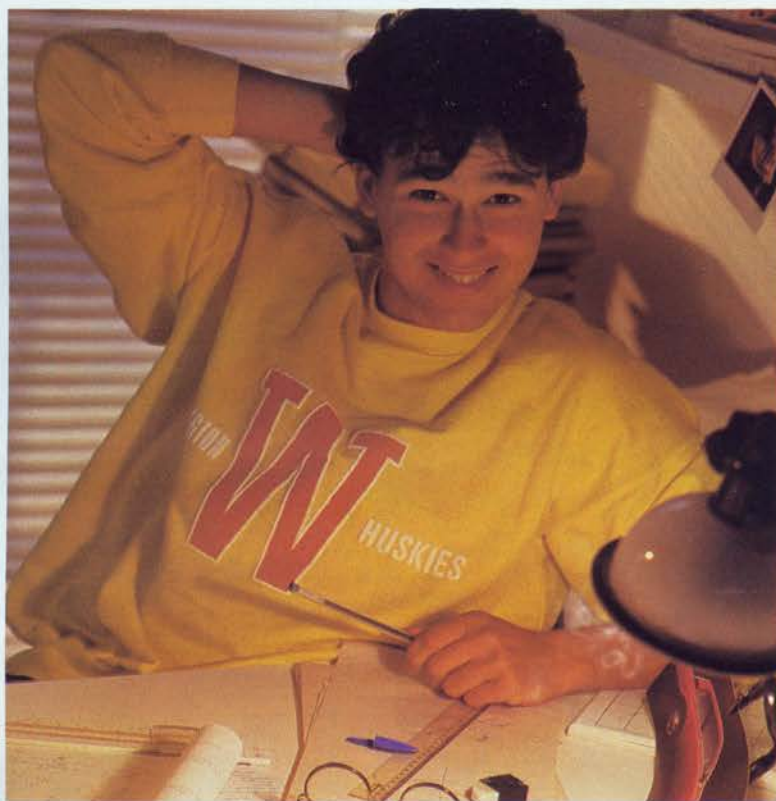


Fig. 1. *Haematobia irritans* (Linnaeus), 1758, ♀. Tamanho real 4,0 mm. (Flies and diseases, B. Greenberg, Princeton University Press, 1971.)

RODRIGO NETO ESTÁ FAZENDO CURSINHO PORQUE QUER ENTRAR NUM MONZA.



Se entrar na faculdade, Rodrigo Neto ganha um Monza novinho em folha. Promessa solene do Sr. Rodrigo Filho. Até virar universitário, Rodrigo Neto ainda tem que estudar um bocado. Mas, para pilotar o Monza, ele não precisa aprender mais nada. Rodrigo Neto sabe tudo aquilo que todo mundo sabe. Que o Monza é potente. Que o Monza é confortável, bonito, moderno. Que ele é resistente e durável. Que o Monza é seguro. Que o Monza é da Chevrolet. Que Chevrolet é marca da GM. Mas ele sabe também mais uma porção de outras coisas: potência do motor, diâmetro dos cilindros, taxa de compressão, curso dos pistões, etc., etc., etc. E isso, só um estudante apaixonado pela matéria sabe. Aliás, a esperança do Sr. Rodrigo Filho é que o Rodrigo Neto passe o resto do ano se apaixonando pela Física, pela Química e pela Matemática. Assim, ele passa no vestibular. Conquista a Engenharia e o Monza.



60 ANOS DE TECNOLOGIA A SERVIÇO DO HOMEM

O Anglo tem um curso específico para cada área.



Biomédicas

*Medicina,
Odontologia,
Educação Física,
Agronomia...*

Exatas

*Engenharia,
Computação,
Matemática,
Física...*



Humanas

*Direito,
Administração,
Economia,
Arquitetura...*

A unificação dos vestibulares serviu de pretexto para que muitos cursos eliminassem a divisão por áreas.

É verdade que as provas são as mesmas para todos, mas os pesos atribuídos a elas variam de acordo com as opções do candidato. E por este motivo, e por achar que as aptidões específicas dos alunos devem ser respeitadas, que o Anglo faz questão de manter um curso diferente para cada área, com apostilas e aulas



da Guiana em grande escala. A partir da abertura da BR-174 (Manaus-Boa Vista), a praga dispersou-se rapidamente pela região. Observações de campo feitas em abril último revelaram a presença da *Haematobia* no Amazonas (Manaus, Presidente Figueiredo, Boca do Acre), no Pará (Santarém, Óbidos, Itacoatiara) e até no Rio Grande do Norte (João Câmara).

A *Haematobia irritans* é um inseto que se alimenta de sangue (hematófago), com cerca de metade do tamanho da mosca doméstica. Ela ataca, em grandes nuvens, várias espécies de animais domésticos, manifestando especial predileção pelo gado bovino. Sua picada é dolorosa (como a da mosca-dos-estábulo, *Stomoxys*) e provoca grande irritação nos animais, que ingressam em contínua movimentação e deixam de se alimentar normalmente. A produção leiteira das vacas diminui (já foram constatadas quedas de até 50%), a fertilidade do rebanho decresce sensivelmente e a predisposição a certas enfermidades aumenta. A queda na produção de carne chega a ser de 20 a 40%. Para se livrar dos ataques, o gado passa a esfregar-se constantemente em troncos ou cercas, provocando ferimentos que em geral são infestados por larvas de *Cochliomya hominivorax* (bicheiras).

Acredita-se que os problemas causados pela *Haematobia*, somados aos já existentes na região amazônica, como a má qualidade das pastagens, a carência de macro e micronutrientes, as verminoses e doenças causadas por protozoários (babesiose, anaplasmose) podem determinar um aumento da taxa de mortalidade dos animais.

A *Haematobia* concentra-se em grupos, pousando preferencialmente no dorso, cupim, flancos e barbelas do animal. Já nas horas mais quentes do dia, ou nos períodos chuvosos, prefere pousar no ventre, próximo ao umbigo. Na Europa e nos EUA, ela é conhecida como "mosca-dos-chifres" (*horn-fly*), por agregar-se principalmente junto aos chifres do animal, comportamento que não foi observado nas regiões tropicais.

A mosca permanece dia e noite em seu hospedeiro, só o abandonando o tempo necessário para a postura dos ovos (no máximo 10 minutos). Os ovos são postos em grupos de seis ou sete, na superfície de excrementos frescos (no máximo até dois minutos após a defecação). O período larval dura três a cinco dias e a pupa-

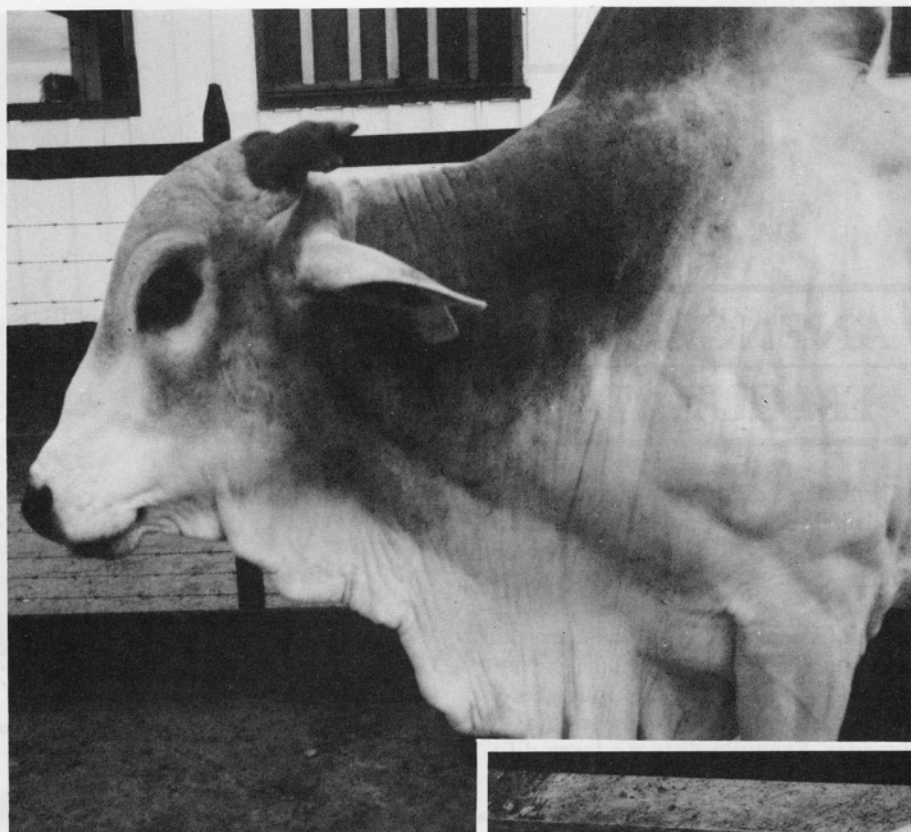


Fig. 2. A foto maior mostra a completa ausência de moscas na parte anterior do animal, graças ao uso de brincos impregnados com inseticidas. Na menor, vemos de cima o mesmo animal, com inúmeras moscas concentradas em áreas não atingidas pela ação dos brincos.

ção ocorre na superfície do solo, sob as fezes. Em climas quentes, o ciclo se completa em dez a 15 dias. A densidade da infestação depende da temperatura e da quantidade de chuva. Sob condições favoráveis, o número de *Haematobia* torna-se tão grande que cada animal chega a ser infestado por três a quatro mil moscas simultaneamente.

Os processos mais usados para controlar a *Haematobia* são os brincos e as pulverizações com piretróides sintéticos. Nos trópicos, este último método só faz efeito por cinco ou seis semanas, e seu uso é especialmente indicado antes do transporte do gado para regiões ainda não infestadas. Os brincos impregnados com piretróides, como o ferverato, a permetrina e a decimetrina, oferecem proteção mais duradoura (90 dias), mas sua ação não se estende a todo o corpo do animal, limitando-se à parte anterior (figura 2).

Os inibidores do crescimento dos insetos (IGR), como o methoprene, o diflubenzuron e a cyromazina, oferecem também boas perspectivas para o controle da praga, mas ainda não foram testados nas condições brasileiras. Já a ivermectina, um anti-helmíntico, pode impedir o desenvolvimento das larvas de *Haematobia* nas fezes por mais de quatro semanas, segundo estudos realizados nos Estados Unidos.



No Brasil, por iniciativa de representantes de várias entidades pecuaristas, foi recentemente criada uma comissão que estudará as medidas de controle a serem adotadas. A primeira delas será o estabelecimento, em todos os estados do Brasil, de uma rede de informações e de coleta de espécimes de moscas que, enviados ao Instituto Biológico de São Paulo para triagem e identificação, permitirão o mapeamento da ocorrência de *Haematobia* no país. Posteriormente, serão encaminhadas, às autoridades e setores privados, sugestões que possam permitir um controle efetivo e rigoroso da praga.

Ainda praticamente circunscrita à Amazônia, onde a barreira natural formada pela própria floresta detém sua expansão, a *Haematobia irritans* poderá não obstante atingir brevemente o Centro-Oeste, o Sudeste e o Sul do Brasil (e daí o Uruguai e a Argentina), com inevitáveis e enormes prejuízos à pecuária dessas regiões.

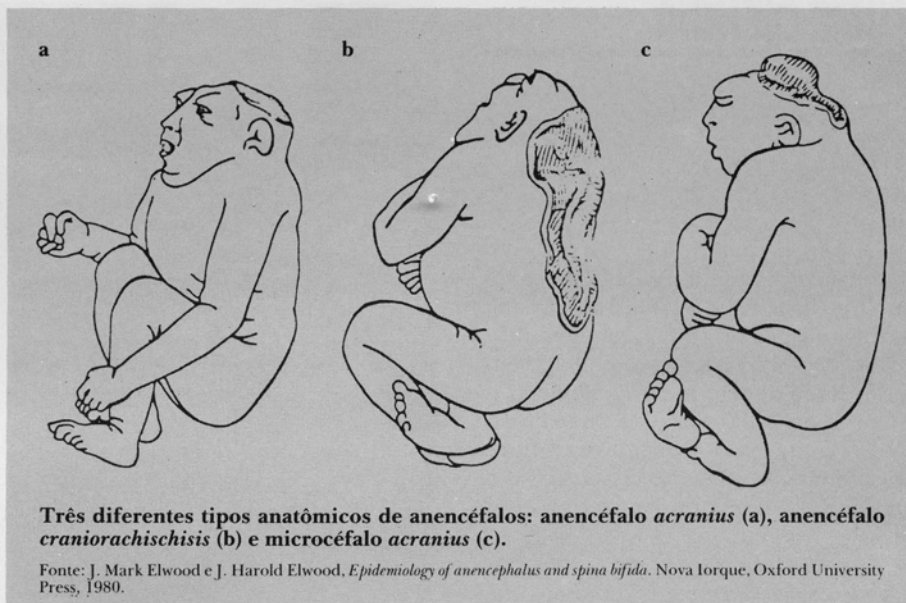
José Henrique Guimarães
Museu de Zoologia da USP

ANENCEFALIA EM CUBATÃO

Cubatão é o caso mais típico, no Brasil, de um processo de industrialização realizado às custas do meio ambiente e da qualidade de vida da população local. Conhecedora desta realidade, a opinião pública não estranha as notícias que associam a degradação da vida nesse município paulista com a multiplicação de malformações congênitas em crianças ali nascidas. Exemplo disto é a larga difusão, nos últimos anos, da informação de que nenhuma região brasileira apresenta um número de casos de anencefalia comparáveis aos ali verificados. Tudo seria coerente, não fosse um pequeno detalhe: a frequência de anencefalia em Cubatão tem sido, na verdade, igual à de São Paulo, ambas situadas numa faixa de normalidade em relação aos padrões internacionais. Erros metodológicos, imprudência na divulgação de dados e alguma predisposição em aceitá-los se combinam para gerar o equívoco. Vamos por partes.

Anencefalia não é exclusividade de Cubatão, e muito menos um problema novo. Crianças nascem sem cérebro desde a mais remota Antiguidade. Em 1826, no Congresso da Academia de Ciências de Paris, Saint Hilaire descreveu um feto mumificado portador dessa malformação, encontrado num sarcófago do Egito antigo e mantido no acervo do Museu de Berlim até sua destruição durante a Segunda Guerra Mundial. Outros fetos pré-históricos encontrados nos Estados Unidos, na Europa e no Oriente provam que tal defeito congênito acompanha a espécie humana em todas as épocas e todas as regiões.

O primeiro erro do noticiário que temos visto, portanto, é supervalorizar a simples ocorrência de anencefalia em



Cubatão, divulgando muitas vezes números absolutos. Do ponto de vista de uma avaliação séria do problema, o que importa é sua frequência, isto é, a relação entre o número de casos e o total de nascimentos registrados em determinada comunidade, num período dado. Ora, a análise dos três conjuntos de dados obtidos — de forma independente — a partir de critérios aceitáveis não fortalece nenhuma conclusão alarmista.

O primeiro conjunto resulta do trabalho de Laurenti e colaboradores, do Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, que, através de levantamento e análise de atestados de óbito, detectaram a existência de nove casos de anencefalia em Cubatão entre 1978 e 1980, período em que nasceram ali 7.717 crianças. O segundo levantamento foi realizado nos hospitais do município, entre outubro de 1981 e maio de 1982, pelos pesquisadores do Projeto Cubatão: Anomalias Congênitas e Poluição Ambiental (ver "Projeto Cubatão: uma proposta em aberto à comunidade científica", em *Ciência Hoje* n.º 1). Nele, foram constatados três casos entre um total de 2.147 nascimentos. Finalmente, o mesmo grupo obteve novos resultados ao investigar, entre junho de 1982 e maio de 1985, 8.855 nascimentos de crianças em Cubatão, cinco das quais eram portadoras da anomalia.

A tabela 1 mostra as frequências encontradas por mil nascimentos no muni-

cípio paulista. Resta, portanto, compará-las com as existentes em outras regiões. No caso da cidade de São Paulo, os dados do Estudo Colaborativo Latino-Americano de Malformações Congênitas (ECLAMC) apontam a ocorrência de 18 casos de anencefalia em 34.610 nascimentos registrados em nove hospitais, o que corresponde a uma frequência de 0,52 por mil.

Em outros países, as maiores frequências foram encontradas na Irlanda do Norte, País de Gales, Escócia e Egito, chegando a haver, em certas épocas, até oito casos em mil. Como a variação desse índice é muito grande nas diversas regiões do mundo (ver tabela 2 na página seguinte), estabeleceu-se de modo mais ou menos arbitrário, que o marco divisorio entre a alta e a baixa frequência de anencefalia é o índice de um caso em mil nascimentos. Como se vê, mesmo em zonas de alta incidência, a anencefalia não chega a ser acontecimento rotineiro. Exatamente por isso, os cálculos estatísticos a seu respeito precisam ser extremamente cautelosos.

Em primeiro lugar, não se pode utilizar como base um pequeno número de nascimentos ou um curto período de observação, sob o risco de obter resultados grosseiramente distorcidos. Um bom exemplo ocorreu na pesquisa iniciada em Cubatão em 1982: ao longo de todo este ano, ocorreram ali dois casos de anencefalia, um em junho e outro no mês seguinte (tabela 3). Ora, qualquer medição iniciada no primeiro caso e encerrada no segundo — procedimento muito comum na imprensa diária — forneceria um resultado assustador. Por isso, não é demais insistir: mesmo quando trabalhamos com a frequência (e não apenas com números absolutos), o período de observação e o número total de nascimentos investigados precisam ter uma dimensão mínima significativa, para que os resultados tenham valor estatístico.

TABELA 1 — FREQUÊNCIAS DE ANENCEFALIA EM CUBATÃO

Período	N.º de nascimentos* (vivos + mortos)	Taxa de anencefalia por 1.000 nascimentos	Fonte de dados
01.01.78/31.12.80	7.717	1,17 (9/7.717)	Atestados de óbito (SEADE)
01.10.81/31.05.82	2.147	1,40 (3/2.147)	Comunicação de hospitais
01.06.82/31.05.85	8.855	0,56 (5/8.855)	Registro sistemático: Projeto Cubatão

*nascimentos segundo o município de moradia.

Faz 3 anos que a Cobra dá bons lucros em dinheiro.

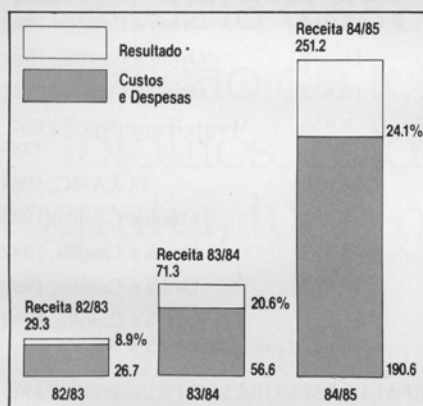
Quem domina a tecnologia do que faz, faz bons produtos, que geram bons negócios, que acabam se transformando em bons lucros.

Esta é a melhor explicação para os bons resultados da Cobra, que melhoram a cada ano.

Fundada há 11 anos atrás para viabilizar uma indústria brasileira de informática, a Cobra saiu melhor do que a encomenda.

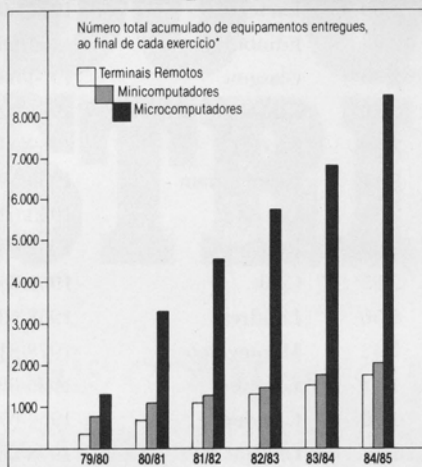
Quando nenhum empresário brasileiro se arriscava a investir no desenvolvimento de computadores no Brasil, a Cobra assumiu esta missão. E abriu o caminho para a iniciativa privada, responsável hoje por 89% da indústria brasileira de informática.

RESULTADOS DOS ÚLTIMOS 3 EXERCÍCIOS Cr\$ BILHOES



Obs: Antes da Correção Monetária e IR

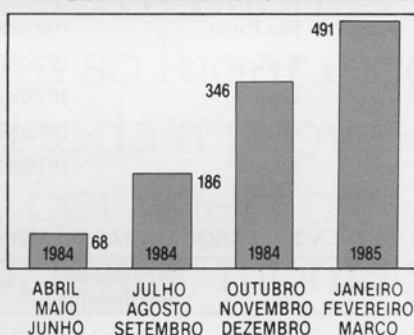
EVOLUÇÃO DO PARQUE INSTALADO



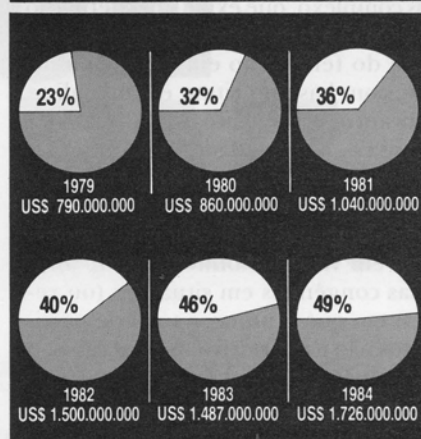
O exercício da Cobra se encerra em 31 de março de cada ano.

Apesar de ter que pagar o ônus do pioneirismo, a Cobra conseguiu ser uma empresa competitiva, eficiente e lucrativa.

EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE NOVOS CLIENTES



PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA NACIONAL NO MERCADO BRASILEIRO



É isto que está demonstrado nos números dos nossos balanços. E que é comprovado pelos mais de 12.000 equipamentos que a Cobra já instalou em cerca de 5.000 empresas. Computadores e sistemas desenvolvidos pela Cobra competem hoje em nível de igualdade com os similares importados.

Antes da Cobra, o Brasil era um simples importador de tecnologia de informática. Hoje, já somos produtores desta tecnologia.

Este é o grande dividendo que a Cobra distribui para o Brasil. Todos os dias.

cobra

A marca da tecnologia brasileira.

E 11 anos que ela distribui dividendos em domínio de tecnologia.

Além do cálculo das frequências em diferentes períodos, há outra forma aceitável de monitorar o nascimento de crianças com anomalias congênitas específicas, através da determinação do intervalo de tempo entre a ocorrência de casos subsequentes. Trata-se de método mais complexo, que exige uma definição prévia da "velocidade" esperada de ocorrência do fenômeno em cada comunidade, com base no ritmo em que ali se verificam os nascimentos. Esta técnica de pesquisa — cuja validade vem sendo testada em vários centros — foi elaborada por Rina Chen (do Instituto de Pesquisa Biológica de Israel) a partir de 1978, tendo em vista a monitoração de anomalias congênitas em situações (ou regiões) em que o número total de nascimentos não é expressivo. Nesses casos, o uso do método de análise das frequências exige a observação por períodos excessivamente longos.

Uma análise pouco cuidadosa das frequências observadas em Cubatão pode inclusive levar à conclusão de que houve diminuição do problema a partir de 1982. Porém, a comparação estatística através de métodos mais sofisticados revela uma equivalência nos resultados. Tendo em vista o número de nascimentos ocorridos em cada período (o valor das amostras), as três frequências encontradas em Cubatão não diferem entre si, e nem daquela registrada em São Paulo. Isto porque o peso de cada resultado é diferente segundo a abrangência do universo pesquisado, o que é de fácil entendimento: afinal, a observação de um caso em dois e a de 500 mil casos em um milhão apresentam o mesmo resultado (50%), mas com valores estatísticos completamente diferentes.

As causas da anencefalia ainda não são conhecidas. Pesquisas recentes, realizadas principalmente na Inglaterra, mostram que a deficiência de ácido fólico na alimentação da mãe pode estar relacionada com a anomalia, mas é necessário esperar novos resultados para que se chegue à descoberta de medidas eficazes para preveni-la.

Em tempo: em qualquer dos períodos analisados, não houve um só caso de anencefalia em filhos de gestantes que tivessem morado na Vila Parisi durante o primeiro trimestre de gravidez, período crítico para a gênese do problema.

Roque Monteleone Neto
Escola Paulista de Medicina

TABELA 2 — ALGUMAS FREQUÊNCIAS DE ANENCEFALIA POR MIL NASCIMENTOS, EM REGIÕES DA GRÁ-BRETANHA, AMÉRICA LATINA E CUBATÃO.

Freq./1.000	Região	Período estudado	N.º de nascimentos no período	Referência
5,93	Dublin	1936/45	23.085	Coffey e Jessop, 1957
4,20	Belfast	1964/68	41.351	Elwood e Nevin, 1973
3,90	Co. Galway	1958/60	5.367	Cahalance e col., 1965
3,55	South Wales	1956/62	102.786	Laurence e col., 1967
3,33	Dundee	1956/66	40.573	Elwood e Mackenzie, 1971
3,20	Glasgow	1956/66	250.526	Elwood e Mackenzie, 1971
3,15	Liverpool	1923/32	13.964	Malpas, 1937
3,14	Liverpool	1960/64	91.176	Smithells, 1968
3,07	Irlanda do Norte	1969/73	157.725	Elwood, 1976
3,00	Exeter	1954/60	8.117	Ward e Irvine, 1961
2,83	Edinburgh	1956/66	92.007	Elwood e Mackenzie, 1971
2,80	Glasgow	1964/68	104.431	Wilson, 1971
2,79	Escócia	1961/72	1.162.939	Fedrick, 1976
2,59	Escócia	1939/58	945.813	Record, 1961
2,41	Birmingham	1950/59	190.236	Leck e col., 1968
2,31	Leicester	1953/62	46.312	Moss, 1964
2,20	Reading	1958/63	12.951	Griffin e Sorrie, 1964
2,05	Cork	1962/66	37.135	Spellman, 1969
1,56	Londres	1938/53	52.593	Penrose, 1957
1,42	Montevideo	1978/81	7.703	Orioli e Castilla, 1982
1,41	Londres	1965/68	409.466	Carter e Evans, 1973
1,20	Camden	1964/67	17.102	Jepson, 1969
1,17	Cubatão	1978/80	7.717	Laurenti e col., 1982
1,06	Santiago	1978/81	40.663	Orioli e Castilla, 1982
1,03	Northamptonshire	1944/57	62.224	Pleydell, 1960
0,81	Buenos Aires	1978/81	17.349	Orioli e Castilla, 1982
0,79	Mendoza	1978/81	8.914	Orioli e Castilla, 1982
0,71	Ciudad Bolívar	1978/81	11.252	Orioli e Castilla, 1982
0,62	Cordoba	1978/81	12.852	Orioli e Castilla, 1982
0,56	Cubatão	1982/85	8.855	Monteleone Neto e col., 1985
0,52	São Paulo	1982/83	34.610	ECLAMC, 1984
0,47	Caracas	1978/81	21.482	Orioli e Castilla, 1982
0,34	Coro	1978/81	8.877	Orioli e Castilla, 1982
0,21	Quito	1978/81	18.827	Orioli e Castilla, 1982
0,20	Lima	1978/81	14.824	Orioli e Castilla, 1982

TABELA 3 — FREQUÊNCIAS DE ANENCEFALIA EM CUBATÃO (JUN 82/MAI 83)

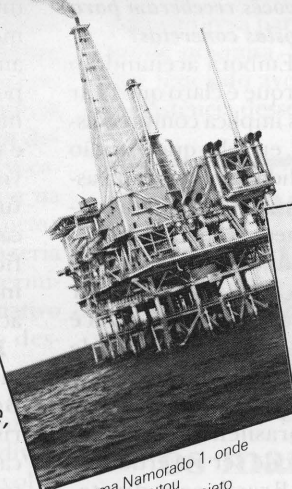
Mês	N.º total de nascimentos	N.º de anencéfalos	Frequência/1.000*
Jun/82	286	01	3,50
Jul/82	315	01	3,17
Ago/82	253	00	0,00
Set/82	262	00	0,00
Out/82	256	00	0,00
Nov/82	254	00	0,00
Dez/82	257	00	0,00
Jan/83	256	00	0,00
Fev/83	241	00	0,00
Mar/83	267	00	0,00
Abr/83	248	00	0,00
Mai/83	295	00	0,00
Total	3.190	02	0,63

* As frequências foram calculadas somente para demonstrar que, em períodos curtos de 1 mês a frequência será elevada no mês da ocorrência de um caso de anencefalia, permanecendo nula pelos meses seguintes.

Ultratec. Trabalhando com energia.



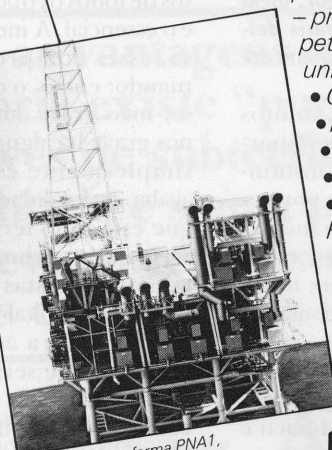
A Ultratec está presente em todas as áreas onde hoje o Brasil desenvolve o maior dos seus esforços para a produção de energia. Na produção de petróleo, no projeto e construção de plataformas "off-shore", plantas de gasolina natural, armazenagem de combustíveis, na geração de eletricidade, enfim, em tudo onde é necessário o melhor da engenharia nacional. Em apenas 10 anos, a Ultratec mostrou como este país pode projetar e construir o futuro com sua própria energia.



Plataforma Namorado 1, onde a Ultratec executou o detalhamento do projeto e participou do contrato de hook-up.

Principais empreendimentos do país onde a Ultratec esteve presente:

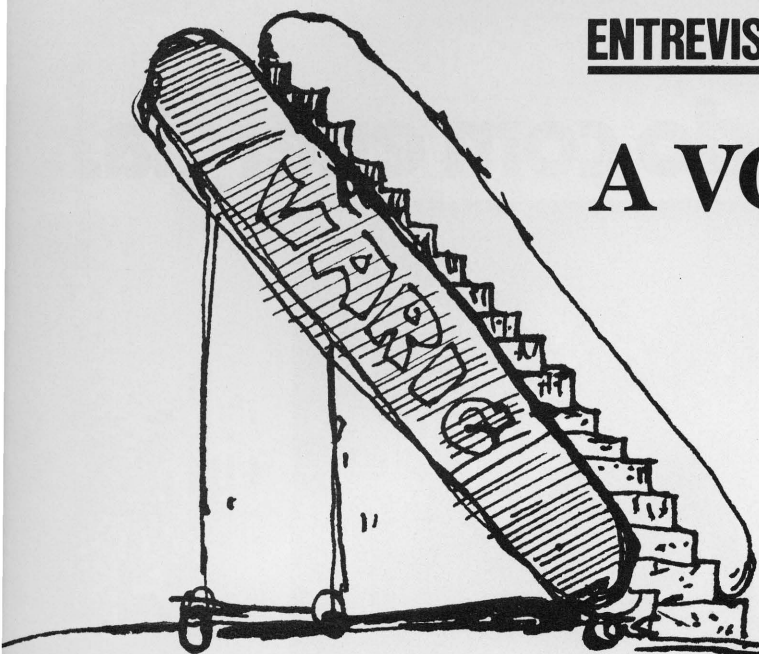
- Petrobrás – projetos de plataformas marítimas
- fabricação de módulos para plataformas marítimas
- contratos de hook-up PNA1, PNA2 e PCH1
- projetos de unidades petroquímicas – montagem de unidades industriais.
- Copene • Nitrofertil
- Norquisa • CSN • Cosipa
- Petroquímica União
- Oxiteno e Oxiteno Nordeste
- Companhia Brasileira de Poliuretanos • Policarbonatos do Brasil • Sabesp • Du Pont do Brasil • Ultrafertil
- Itaipu Binacional
- Eletrobrás • Química da Bahia • Eletronorte
- Nuclebrás • Ciquine • AKZO.



Modelo da plataforma PNA1, executado pela Ultratec.

ULTRATEC
ENGENHARIA S.A.

A VOLTA POR CIMA



Ciência Hoje reuniu em Paris um grupo de cientistas brasileiros de grande projeção internacional. Radicados há muitos anos no exterior, todos possuem mais um traço em comum: saíram do Brasil por razões políticas. Quais os motivos de sua permanência lá fora mesmo depois do fim do regime militar? Que possibilidades existem para seu retorno? Como poderão colaborar na elaboração de um novo projeto nacional de ciência e tecnologia? São algumas das questões abordadas nesta entrevista a Roberto Lent (Instituto de Biofísica da UFRJ) e Sérgio Henrique Ferreira (Departamento de Farmacologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto).

— *Há ainda vários casos de cientistas brasileiros trabalhando no exterior, além de vocês. Por que esses profissionais deixaram o país e por que não retornaram até hoje?*

Luís Hildebrando: Em 1964, muitos cientistas que tomavam decisões importantes nas universidades e nas instituições científicas foram afastados por expulsões e demissões, ou então moralmente obrigados a se afastar por causa das condições que se criaram em torno deles. Isto foi um processo que começou em 1964 e se acelerou em 1968, culminando com o êxodo de algumas dezenas de cientistas para a França, Inglaterra, Estados Unidos, Venezuela, México e outros países. Este processo começou a reverter-se a partir de 1976-77, quando ocorreu uma maior liberalização, ainda no regime militar. Alguns voltaram, alguns se reintegraram no país, outros tentaram se reintegrar e não conseguiram. A última tentativa mais importante foi em 1978-79, quando se tentou uma reintegração coletiva que falhou por condições próprias do CNPq da época. Os que se encontram atualmente no exterior

teriam perfeitas condições de voltar, do ponto de vista político-institucional. Acontece que a situação se complica depois de 20 anos de estada no exterior. Muitos assumiram compromissos com as instituições nas quais estão trabalhando. Outros, na verdade quase todos, desenvolveram compromissos de ordem pessoal. A maioria constituiu família no exterior, e muitas vezes seus filhos também o fizeram. Esses fatores dificultam muito a volta dos que permaneceram por tantos anos fora do Brasil.

— *Que propostas vocês receberam para voltar? Houve propostas concretas?*

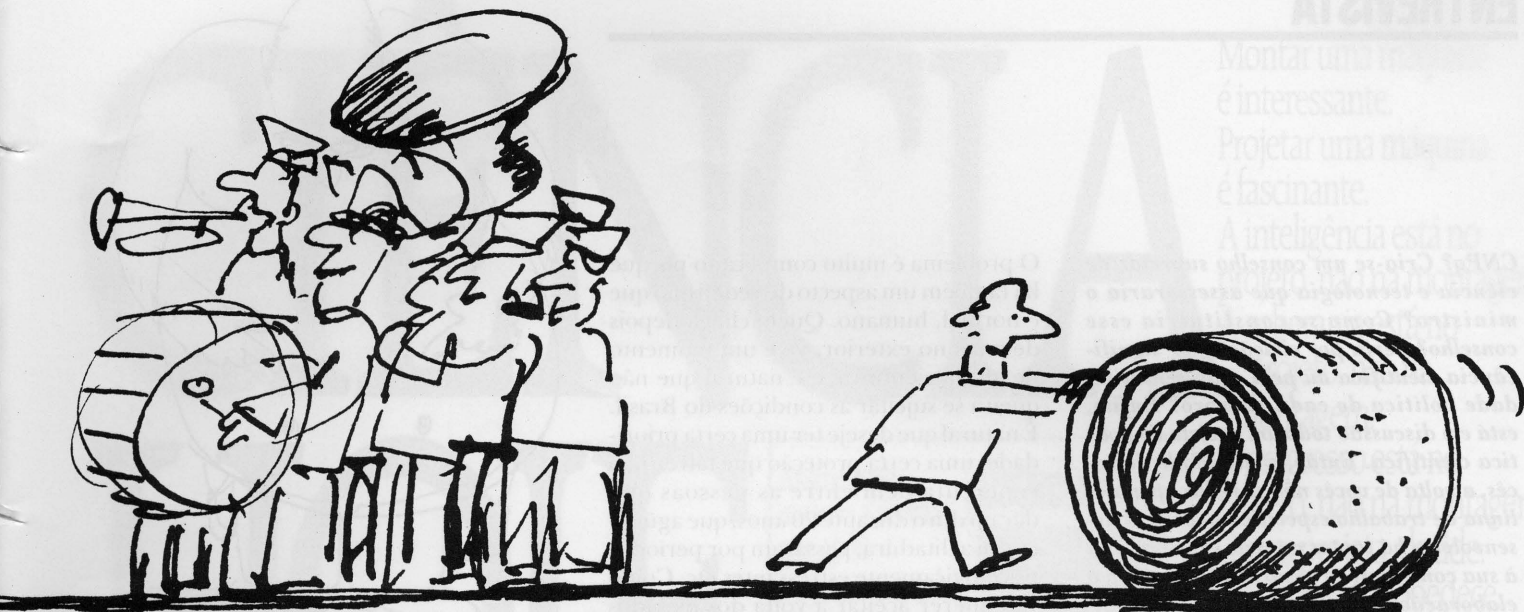
Bóris Vargaftig: Embora aceitando o que disse o Luís, porque é claro que ficar 20 anos fora do país implica compromissos de todos os tipos, eu acho que isso não é o essencial. À medida que o tempo passa, esses compromissos vão se acentuando: então, o que é verdade hoje vai ser mais grave amanhã e era muito menos grave há alguns anos. Mas ao aceitar simplesmente essa formulação você acaba, na realidade, aceitando o fato de que está tudo terminado. Eu não colocaria a coisa assim. Acho que há um capital nos cientistas brasileiros que estão fora. Esse capital pode ser revertido de certa maneira ao Brasil, seja diretamente, o que seria ideal, seja indiretamente, através da utilização do nosso trabalho. Eu acho que esse é o grande problema. Não se trata de convidá-los só para passear, para dar uma aula, para participar de um congresso, o que tem sido feito ocasionalmente, conforme as ligações que cada um consegue manter.

O fundamental é o uso institucionalizado do trabalho desses pesquisadores; ou seja, é preciso fazer com que se compreenda no Brasil que há brasileiros fora que vêm com muito carinho a possibilidade de ter estudantes brasileiros, de ter

vínculos com o país, de poder ajudar com o prestígio e as relações institucionais que adquiriram aqui fora. Nessa perspectiva é que eu acho que a volta seria possível. Na medida em que se institucionaliza uma cooperação temática, por exemplo criando no país laboratórios associados a laboratórios no exterior, facilita-se a volta gradual de muita gente.

O meu caso seria tipicamente esse: uma volta gradual. É evidente que hoje, com as responsabilidades que temos, é impossível chegar e decretar: “daqui a três meses, vou embora”. Isso seria uma loucura, inclusive institucionalmente. Mas, na medida em que houvesse interesse de ambas as partes, as agências de fomento poderiam bancar a coisa de uma forma nítida. É possível criar linhas de trabalho e de cooperação que impliquem uma volta gradual, e isto é importante. No fundo, o capital que foi acumulado em cada um de nós, em conhecimento científico e em conhecimento de cientistas e instituições científicas, permitiria, eu acredito, uma excelente cooperação.

Luís Hildebrando: Não estou inteiramente de acordo com a interpretação do Bóris. Acho que devemos passar um risco no passado porque senão vamos cair num certo saudosismo de explicar situações que se passaram nestes últimos 20 anos e de situações pessoais que nos impedem de voltar imediatamente. Aliás, neste sentido, eu tenho a impressão que todos nós aqui presentes somos privilegiados em relação ao conjunto do povo brasileiro, que sofreu muito mais que nós. Conseguimos nos realizar profissionalmente: cada um de nós tem um bom trabalho, uma boa valorização pessoal. Estamos satisfeitos com a nossa profissão, prestigiados no nível nacional e internacional. Não quis dizer que não há saída, mas sim que a saída não é individual. Cabe ao conjunto da ciência bra-



capitulos

sileira tomar consciência do possível capital que cada um de nós representa, do ponto de vista da nossa potencialidade científica, das nossas capacidades, das nossas competências, e criar condições para que esse capital possa ser reintegrado ao país.

Não significamos apenas um capital que possa ser desejado em termos da valorização do potencial científico brasileiro, mas um pouco mais que isso. Representamos uma possibilidade de desenvolvimento, de sustento e de apoio ao movimento científico brasileiro. Nossa potencialidade não é simplesmente a de um cientista a mais, de um laboratório a mais ou de uma linha de pesquisa a mais. Podemos contribuir com uma reflexão convergente com a que se elabora no interior do país, a da definição dos novos projetos de desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil. Podemos contribuir de uma maneira individual e coletiva para a definição do nosso projeto nacional, quer dizer, uma reorientação global dos projetos de desenvolvimento científico, no sentido de poder formular um projeto diferente, novo, alternativo. Não acho que vamos chegar com nosso capital acumulado no exterior apenas para somar com o desenvolvimento daquilo que foi acumulado até agora. Acho que existe uma necessidade de total reformulação das orientações científicas, das orientações de pesquisa, das orientações dos projetos nacionais. Nessa fase atual acho que podemos contribuir, mesmo do exterior.

— *Tem ficado claro, através de declarações de autoridades de governo em vários níveis, que existe uma intenção de facilitar ou mesmo promover a volta dos pesquisadores brasileiros que trabalham no exterior. No entanto, não se pode esquecer que no Brasil as universidades nem sem-*

pre são favoráveis à pesquisa científica. Apesar de haver uma intenção de governo, o departamento do qual a pessoa saiu há 20 anos pode não se interessar, por razões às vezes extremamente pequenas, pela reintegração desses profissionais. Como vocês vêem essa dificuldade?

Bóris Vargaftig: A volta não precisa se dar forçosamente para o departamento do qual cada um saiu. Trata-se de aproveitar o que cada um fez de novo, o que pode se dar no mesmo departamento ou não. Eu saí logo depois de me formar em medicina. Toda minha carreira científica foi feita na Europa. Meu trabalho de hoje não é forçosamente aproveitável na

Universidade de São Paulo, onde estudei.

— *O país enfrenta hoje uma situação muito diferente daquela existente em 1979 ou em 1968. Hoje se rediscute toda a estrutura científica brasileira. A criação do Ministério da Ciência e Tecnologia, por exemplo, apesar de ser polêmica dentro da própria comunidade científica, está provocando um processo de discussão extremamente interessante. Como serão os procedimentos decisórios dentro do Ministério? Como ficam os institutos de pesquisa do CNPq? Continuam no CNPq? Passam para o ministério e saem do*

Luís Hildebrando Pereira da Silva, 56 anos, nascido em Santos (SP), saiu do Brasil em 1964, depois de demitido da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo por motivos políticos. Voltou ao país em 1968, tornando-se professor de genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Novamente demitido em 1969, regressou à França, onde mora até hoje. Em 1979, participou de uma tentativa de volta coletiva de cientistas ao Brasil para a reorganização do Instituto de Biologia da USP, mas a demissão do então presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) frustrou a iniciativa. Luís Hildebrando passou então a dirigir a unidade de parasitologia experimental do Instituto Pasteur, em Paris, à frente de uma equipe que se ocupa atualmente com pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de uma vacina contra a malária (ver "Vacina antimalárica, quase uma realidade", em *Ciência Hoje* n.º 5, p. 12).

Michel Rabinovitch, 59 anos, nasceu na capital de São Paulo e se formou pela Faculdade de Medicina da USP, onde foi assistente e professor-associado entre 1950 e 1964. Nesse ano transferiu-se para a Universidade de Brasília, mas não chegou a assumir seu novo posto em

virtude de uma série de pressões de natureza política. Viajou então para os Estados Unidos, onde trabalhou cinco anos na Universidade Rockefeller e 15 anos na Universidade de Nova Iorque, chegando a professor-titular desta última instituição. Em 1984 transferiu-se para o Instituto Pasteur, onde prossegue suas pesquisas sobre a leishmaniose.

Júlio Puddles, 60 anos, nasceu em Curitiba. Engenheiro-químico, saiu do Brasil pela primeira vez em 1949. Entre 1960 e 1964 trabalhou na Faculdade de Medicina da USP. Demitido por razões políticas, emigrou para a França e hoje dirige um laboratório no Instituto de Química da Universidade de Paris XI, trabalhando sobre a organização do citoplasma no ouriço-do-mar.

Bóris Vargaftig, 48 anos, formou-se em 1963 na Faculdade de Medicina da USP e começou a trabalhar em farmacologia na então Faculdade de Medicina de Campinas. Em 1964, por razões políticas, saiu do Brasil. Trabalhou durante 12 anos na indústria farmacêutica francesa e, desde 1977, dirige a unidade de venenos do Instituto Pasteur, trabalhando com a farmacologia dos mediadores da inflamação e da alergia.

CNPq? Cria-se um conselho superior de ciência e tecnologia que assessoraria o ministro? Como se constituiria esse conselho? Seria por eleição? Por significância científica ou pela representatividade política de cada membro? Enfim, está em discussão todo um projeto de política científica. Então, a atividade de vocês, a volta de vocês não se reduz apenas à linha de trabalho específica que vocês desenvolvem há tantos anos no exterior, mas à sua contribuição como cientistas para a elaboração de uma nova política científica.

Luís Hildebrando: Sim, mas a experiência internacional que nós adquirimos, a vivência das boas e das más orientações que são adotadas no exterior e das opções às vezes absurdas que se tomam no exterior, nos servem como um elemento de informação que nos permite contribuir para esse debate, que considero essencial para o futuro da universidade e da ciência dentro do país.

Michel Rabinovitch: Minha impressão é que o Brasil provavelmente ainda precisa dos cientistas básicos de boa qualidade, não somente por sua capacidade de produção de mais trabalhos escritos nas revistas especializadas, mas pela capacidade que eles têm de criar gente nova, ajudar a formar uma geração de novos cientistas que precisa se multiplicar e para a qual as possibilidades de melhoria são modestas no país. Existe um hiato, no Brasil, em várias disciplinas específicas, mas acho que a volta do pessoal bem treinado do exterior é importante ainda por si mesma.

Agora, o outro aspecto, evidentemente, é o aspecto político que o Luís Hildebrando levanta muito bem. O cientista deve ter grande participação no processo de tornar o país mais independente, menos imitativo em matéria de ciência e tecnologia, porque obviamente o que se está querendo é superar a dependência que temos de tecnologia e ciência importadas, criando áreas que são realmente de interesse nacional. Para isso, é claro que a volta física dos pesquisadores brasileiros no exterior é importante. No entanto, é compreensível a dificuldade de pegar um indivíduo que está há 20 anos fora e trazê-lo de volta para se submeter a um tipo de vida e a uma estrutura muito diferentes das que ele está habituado. O nível de tolerância é muito mais baixo: não é somente uma questão de padrão de vida, é uma questão de organização, de eficiência, de produtividade. Apesar disso, deve-se tentar.

O problema é muito complicado porque há também um aspecto de vedetismo que é normal, humano. Quem chega depois de anos no exterior, vive um momento de glória científica, e é natural que não queira se sujeitar às condições do Brasil. É natural que deseje ter uma certa prioridade, uma certa proteção que talvez não repercuta bem entre as pessoas que deram duro durante 20 anos, que agüentaram a ditadura, passaram por períodos psicologicamente estressantes etc. Como vão querer aceitar a volta dos exilados em condições que eles nunca tiveram?

Júlio Puddles: No meu caso pessoal, acho que a única coisa que eu poderia levar ao Brasil é minha experiência, e não o trabalho científico que faço atualmente. Esse não interessaria ao Brasil. O que é importante para o Brasil é o nosso passado.

— Para muitos estudantes, quando se começa a falar do passado, das pessoas que foram embora, a idéia que eles têm é que emigraram centenas de cientistas, quando na realidade saíram apenas duas ou três dezenas, pelo menos em biologia. A Argentina perdeu muito mais gente, talvez centenas de pesquisadores. Por que aqueles 20 ou 30 cientistas representaram uma coisa tão importante nesses 20 anos? O que teria sido diferente na ciência brasileira, se eles tivessem ficado?

Júlio Puddles: Entre 1960 e 1964 ocorreu um dos períodos de maior desenvolvimento das artes e das ciências no Brasil. Essa onda de criatividade se deveu em grande parte a esses homens.

— Também se deve levar em conta que essas 30 pessoas que saíram do país representariam a formação de, talvez, 300 estudantes, que seriam hoje parte do capital científico do país.

Luís Hildebrando: Talvez. Se fizermos uma somatória dos estudantes dos diferentes laboratórios do mundo, passando pelos Estados Unidos, Inglaterra, França, Venezuela, México e, talvez, um ou outro caso em outros países, o número de estudantes formados por esses 30 que emigraram em 1964 ou 1968, é lógico, atingiria várias centenas. Esse capital de formação se perdeu. Houve no Brasil um corte de uma geração de lideranças. Além disso, com a saída desses 30 de Manguinhos, Butantan, USP, UFRJ e UnB, as maiores vítimas, houve uma quebra de instituições e de equipes. Mais que isso, quebrou-se aquilo que se pode chamar dos *networks*, as estruturas



articuladas entre instituições, que permitem a circulação e a confrontação de idéias, a troca de experiências e informações técnicas e científicas.

Houve também uma quebra do contato que existia entre a comunidade científica brasileira e vários setores da comunidade científica internacional. Criou-se com isso um certo vácuo, que foi preenchido de maneira negativa, pois os lugares que foram deixados livres pelos cientistas que saíram foram ocupados por grupos com uma formação mais medíocre, o que potencializou o efeito negativo. Isso significa que os aspectos negativos da saída desses poucos cientistas ocorreu em dois níveis: o que se deixou de avançar pela formação de novos pesquisadores, e o que se recuou pela substituição dos emigrados por equipes de qualidade inferior. Mas essa realidade já foi, de certo modo, digerida pelo país. Já há uma consciência muito clara dos efeitos negativos que representaram os 20 anos de regime militar no Brasil. Tenho a impressão que a juventude de hoje já tem outra atitude. Não há o que fazer em relação ao que deixou de ser feito.

A história do nosso país desenvolveu-se dessa maneira, e não da maneira pela qual nós queríamos que ela se desenvolvesse. E, a partir da realidade de hoje, o que fazer? Retomando o debate que estávamos tendo anteriormente, eu quero partir de dois exemplos para concretizar um pouco mais as idéias. Tomemos o meu caso, o do Victor Nussenzweig e o do Isaías Raw, três cientistas que se expatriaram por razões diferentes mas na mesma época. Seria impossível para o grupo do Victor Nussenzweig e para mim voltar ao Brasil agora e desenvolver a mesma linha de pesquisa que desenvolvemos no exterior, porque isso exige infra-estrutura, não só no nível dos modelos biológicos, como no nível de equipamentos, de acesso a produtos e reati-

M

ais 3.572 salas de aula, em 221 municípios, para 410 mil crianças. Reparos e melhorias em 70% dos prédios escolares de Minas. Criação e manutenção de mais de 15.000 empregos diretos na construção civil.

Investimentos de mais de Cr\$ 417 bilhões.

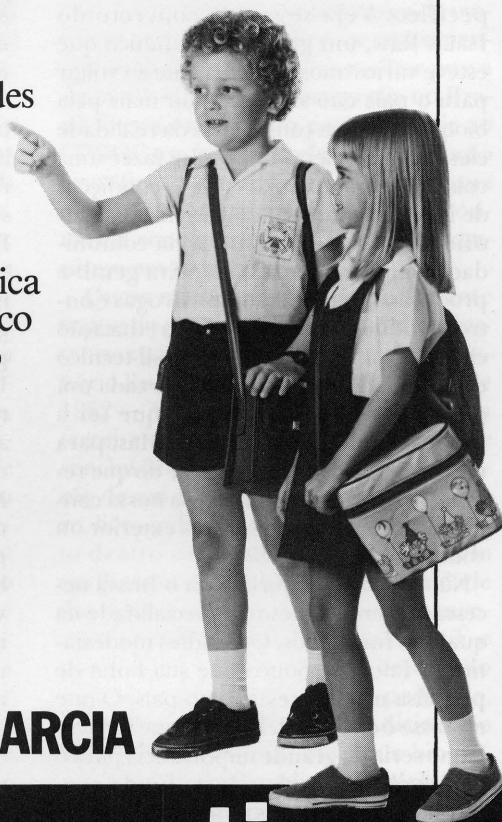
Estes são os números mais evidentes do Plano de Obras Escolares que o Governo Hélio Garcia está lançando agora. É uma nova conquista de um Governo que já implantou 560 novas escolas - 156 das quais do 2º grau, em 460 municípios, criando mais 262 mil vagas em todas as classes e distribuindo, só no início deste ano, 8 milhões de cadernos e 841 mil livros didáticos para mais de 300 mil alunos. E vem dando merenda escolar a 850 mil crianças, inclusive durante as férias.

O Plano de Obras Escolares tem como base o levantamento das necessidades de cada município e cada região, feito pelas Comissões Municipais de Educação e Delegacias Regionais de Ensino, com ampla e integrada participação de toda a comunidade mineira, através de seus parlamentares, prefeitos, vereadores e associações comunitárias.

Parte integrante do Plano Mineiro de Educação que, através de inovações e mudanças, vem revolucionando os métodos do planejamento educacional em Minas, o Plano de Obras Escolares, elaborado e coordenado pela Secretaria da Educação e a ser executado pela CARPE, vai possibilitar ao Governo de Minas novo passo em sua meta de transformar a escola no espaço de formação da cidadania, fundamental para a construção das sociedades democráticas.

Com este Plano, o Governador Hélio Garcia confirma, uma vez mais, a filosofia da política de sua administração:

“Se depender do meu Governo, nenhuma criança fica sem escola em Minas”. Pois em Minas, o dinheiro público é rigorosamente aplicado em favor do seu dono: o povo mineiro.



SECRETARIA DE ESTADO DA

EDUCAÇÃO

GOVERNO HÉLIO GARCIA

O dinheiro do povo continua a fazer escola em Minas.



vos os mais diversos. Os recursos de que necessitamos são incompatíveis com o que a estrutura brasileira atual pode oferecer objetivamente. Então, se quisermos voltar ao país, nós teríamos que abandonar a linha de pesquisa que desenvolvemos atualmente. Já em 1979, tanto o casal Nussenzweig quanto eu estávamos dispostos a voltar, mas perfeitamente conscientes de que teríamos que trabalhar em outra área.

O cientista é um indivíduo de formação muito variável. O Einstein dizia que a ciência serve para formar cidadãos. A atitude científica é básica para o cidadão, pois lhe dá a capacidade de agir de modo racional e positivo diante de uma realidade qualquer, sabendo utilizar os instrumentos necessários para resolver os problemas. Os verdadeiros cientistas podem trabalhar em diferentes áreas. O Victor Nussenzweig poderia trabalhar em imunologia ou parasitologia, ou ainda em outros assuntos que lhe parecessem adequados à situação do país. Isso para mim não seria um problema específico. Veja-se o caso concreto do Isaías Raw, um grande bioquímico que esteve vários anos exilado e que ao voltar para o país não se interessou mais pela bioquímica. Sua consciência da realidade científica brasileira impôs-lhe fazer uma coisa importantíssima: criar as condições de infra-estrutura para a atividade científica dos outros cientistas, da comunidade científica de uma maneira geral: a produção de equipamentos, drogas e outros produtos, a informação e a educação científica, a formação de pessoal técnico especializado etc. Não digo que cada um que voltasse ao Brasil teria que ter a mesma atitude de Isaías Raw. Mas, para mim a atitude dele é exemplar do que representa como possibilidade a nossa contribuição, permanecendo no exterior ou voltando ao país.

Não vamos transferir para o Brasil necessariamente a mesma especialidade na qual nos formamos. O Puddles modestamente falou há pouco que sua linha de pesquisa não interessaria ao país. O que ele disse é discutível. Eu acho que seu trabalho seria de grande importância para o desenvolvimento da ciência fundamental no país. Mas o mais importante é que a formação e a competência dele teriam uma importância extraordinária, porque especialistas como ele em estrutura, composição, purificação e caracterização de proteínas são atualmente muito escassos no país, e isso tem uma importância direta em todos os níveis: da pesquisa

fundamental à pesquisa aplicada, e até mesmo à produção industrial.

— *Talvez se possa destilar do que foi dito o seguinte: o país tem condições agora de ver removido o obstáculo maior, político, que impedia a contribuição in loco dos cientistas que foram forçados a sair do país na década passada. No entanto, para efetivar esse processo é preciso analisar cada caso individualmente. Alguns voltarão, outros não. Alguns voltarão de uma vez, outros gradualmente. Alguns aceitarão voltar mudando completamente de linha de trabalho, outros exigirão manter-se em suas especialidades. É inevitável considerar que os casos variarão enormemente. As autoridades envolvidas nesse processo de reintegração devem compreender a necessidade de facilitar a volta com o espírito aberto, sem impor "receitas de volta".*

Júlio Puddles: Uma sugestão seria aceitarmos estudantes brasileiros em nossos laboratórios. Acho que nós temos melhores condições para formar jovens brasileiros aqui do que se estivéssemos no Brasil.

Bóris Vargaftig: Gostaria de voltar à minha idéia inicial, que não é muito original, mas me parece útil: trata-se do programa de laboratórios associados. Um laboratório lá no Brasil e um laboratório no exterior se associariam com apoio das agências de fomento, em torno de uma mesma preocupação temática. Não necessariamente o mesmo assunto, mas temáticas vizinhas. Essa associação permitiria, por exemplo, resolver o problema das técnicas mais sofisticadas que você não pode levar ao Brasil por falta de infra-estrutura imediata, por exemplo uma substância radioativa de vida-média muito curta.

— *Há um outro aspecto de que às vezes nos esquecemos. O pesquisador exerce um papel muito particular dentro da nossa universidade: o papel de uma "bala dum-dum". A universidade, não nos esqueçamos, ainda é aquela estrutura pesada, onde a pesquisa é coisa mais ou menos acessória. Nesse meio, o pesquisador exerce um papel de pressão interna no sentido de melhorar as bibliotecas, assinar os*

periódicos, formar adequadamente os estudantes, fornecer cursos ligados às fronteiras do trabalho científico, cursos que sejam mais formativos que informativos etc. É a vivência de vocês dentro do meio universitário e das instituições científicas, a sua contribuição política e não apenas a sua contribuição especificamente científica que é necessária. E essa só é possível in loco, nunca à distância.

Michel Rabinovitch: Tem toda razão. Essa contribuição do exterior é muito limitada, e pode inclusive ser contraproducente. Do exterior você dá ao jovem brasileiro um modelo bastante negativo: caia fora do Brasil, vá trabalhar nos Estados Unidos ou na Europa, e você vai ser bem-sucedido. O jovem vai ao exterior, acaba criando raízes e não volta mais. Dentre os brasileiros que vão ser treinados no exterior — e isso é verdade para qualquer estrangeiro treinado nos Estados Unidos, por exemplo — a tendência é ir e ficar lá. Se eles não ficam no país onde são treinados é porque a imigração para esses países se tornou mais difícil por restrições que eles próprios impõem. Não há a menor dúvida de que para fazer ciência num país como o Brasil é preciso ter não só uma linha de trabalho, mas muito tutano, que é muito diferente daquilo que a gente precisa para sobreviver cientificamente no exterior. É muito mais fácil aqui, porque as estruturas estão aí, você simplesmente se encaixa nelas. A universidade às vezes te carrega, e a competição te faz trabalhar. Em suma: acho que no fundo a gente está discutindo um pouco se existe uma contribuição possível no exterior, mas eu acho que ela é pequena se comparada com a que podia ser dada dentro do Brasil.

— *Se olharmos a Inglaterra sob a ótica que estamos adotando para discutir a evasão dos cientistas, ela teria que ser considerada um país subdesenvolvido. É que a universidade inglesa está sofrendo um boicote geral do governo Thatcher, os institutos estão sendo fechados, as verbas cortadas... Isso nos leva a perguntar: será que o momento da universidade brasileira é de crescimento ou de declínio? Só poderá haver reintegração e real contribuição dos*

SEM A DU PONT A VIDA NÃO SERIA IMPOSSÍVEL. MAS TERIA BEM MENOS QUALIDADE.

Pode ser que você não veja, mas a presença da Du Pont no seu dia-a-dia é muito maior do que você imagina. Aliás, esta presença interfere diretamente na qualidade da vida que você e milhares de pessoas vivem.

Porque as atividades da Du Pont têm por objetivo principal servir ao homem. Seja aumentando sua própria perspectiva de vida, seja participando intensamente de seu conforto.

Da informática à agricultura, do bem-estar doméstico ou industrial à moda, os produtos da Du Pont procuram contribuir sempre, e cada vez mais, para o desenvolvimento tecnológico e científico que, como resultado final, melhoram o mundo em que vivemos.



cientistas que estão fora se nossa universidade estiver crescendo. E mais: será que as universidades em geral, no mundo inteiro, estão crescendo?

Luís Hildebrando: Se houver uma transformação da universidade e das instituições científicas brasileiras no sentido que desejamos, o plano da volta seria imediato. O Brasil tem condições muito particulares, potencialmente importantes no contexto internacional. O que a gente chama de crise internacional dentro da universidade, na verdade, devia ser mais precisamente definida como uma crise nas universidades dos países desenvolvidos do sistema que a gente podia chamar de sistema capitalista mundial. E em que consiste essa crise, basicamente? Constitui primeiro uma certa crise de hiperprodução do quadro de profissionais. A quantidade de médicos, engenheiros, arquitetos e outros especialistas que estão sendo formados pelas universidades é excessiva para as disponibilidades do mercado de trabalho. Esse é o primeiro elemento da crise. Desse modo, as universidades deixam de representar atrativo importante para a seleção dos melhores elementos profissionais.

O segundo elemento da crise é que a gente assiste a uma transferência do setor dinâmico da pesquisa de dentro para fora das universidades. Este setor se situa cada vez mais no nível das grandes indústrias, dos grandes complexos, das grandes multinacionais. Tais empresas organizam instituições de pesquisa dissociadas do mundo acadêmico, mas que dele recebem informações, sem transmiti-las de volta no mesmo ritmo. Acumulam informação e a utilizam para a produção, em função do mercado: produção de novos bens e produtos, nos termos da grande competição internacional que se transforma numa verdadeira guerra econômica entre as grandes potências (atualmente Japão versus Estados Unidos, e em menor grau ambos versus a Comunidade Econômica Européia). O que acontece então, para voltarmos ao ponto, é o deslocamento da atividade de vanguarda da pesquisa da área acadêmica para essas instituições ligadas ao setor industrial, que estão absorvendo os melhores elementos formados em ciências experimentais. Esse processo é muito nítido em biologia, especialmente nas biotecnologias.

O terceiro elemento da crise está ligado a uma certa crise social global de falta de absorção de mão-de-obra especializada,

que causa um alto nível de desemprego de profissionais de educação superior. Nos Estados Unidos, atualmente, há mais doutores (PhDs) trabalhando como choferes de táxi, jardineiros e *baby-sitters* que provavelmente nas universidades. O fenômeno já está atingindo áreas periféricas do capitalismo, como é o caso da Índia, do Egito e provavelmente também do Brasil. São esses, a meu ver, os elementos essenciais da crise na universidade.

Agora, qual é a situação brasileira? Vivemos a situação de um país que já verificou, na prática, de maneira dolorosa, que não tem nenhum futuro se se ligar, como fez nos últimos 20 anos, à causa do "grande comboio" do sistema capitalista, um trem que está caminhando a uma velocidade crescente para o abismo. Os países capitalistas competem entre si e se destroem cada vez mais. Para o Brasil, é urgente botar o pé no freio e desligar o vagão do comboio, para ter uma reflexão e uma elaboração próprias, um projeto de desenvolvimento e um projeto de país próprios. Se chegarmos a esse ponto, então aí o problema de definição dos objetivos da ciência e da tecnologia no Brasil passará a ser resolvido dentro de uma nova perspectiva, na qual a universidade vai novamente adquirir um papel fundamental, junto com as nossas instituições de pesquisa. A gente percebe, um pouco instintivamente, que no Brasil estamos numa certa fronteira, e é possível que a transição aconteça. O processo, é claro, não vai depender unicamente do cientista; na verdade, depende muito menos do cientista do que da sociedade propriamente dita, porque a crise não está centrada na universidade. Na universidade, ela é apenas reflexo de uma crise global da sociedade.

Se o Brasil, como parece, se reerguer numa nova direção, o problema da chamada volta dos cientistas vai aparecer de uma maneira natural, normal, automática. Enquanto isso não acontece, vamos ter que continuar vivendo o dia-a-dia, vamos esperar. A nossa experiência e a nossa vivência no exterior nos armam com um certo tipo de informação que é útil na apreciação um pouco mais calma, mais serena, de uma realidade que é internacional, mesmo tendo aspectos particulares no Brasil. Então, considero que o fato de estar ou não no exterior não está influindo muito naquilo que acho que eu poderia fazer pela ciência brasileira. Eu me sinto capacitado a fazer o mesmo de onde estou, evidentemente com menos

conhecimento de detalhes da situação, mas com a vantagem, de certo modo, de estar de fora da situação.

— *O Brasil atravessa hoje uma fase em que a expressão da vontade política da população agora depende do entrelaço livre das idéias. Não é um sistema perfeito, é claro, mas pelo menos, pela primeira vez em vinte e tantos anos, e talvez até na história da república, se consegue vislumbrar perspectivas políticas como as que vemos hoje. E por que a volta dos cientistas exilados é tão importante para a comunidade científica? Porque se trata de incorporar a esse entrelaço democrático as opiniões de pessoas que são extremamente bem situadas nessa problemática de ciência e tecnologia. Então, deixar essas pessoas no exterior é subaproveitá-las, por mais que elas formem profissionais jovens ou contribuam nas suas áreas científicas. Trata-se de incorporá-las à escolha dos caminhos políticos que o país vai atravessar. Por exemplo, discute-se agora no país como é que se vai fazer a Assembléia Constituinte. Ela pode ser feita de duas maneiras: ou você elege um congresso constituinte, que é a tendência do governo, ou você elege representantes constituintes que não são necessariamente políticos profissionais, podem ser pessoas provenientes de vários setores da sociedade civil. Essa é uma discussão que está em curso no país. Talvez, para uma Assembléia Constituinte, se justifique a eleição de pessoas ligadas à ciência, por que não? Não exclusivamente, é óbvio, mas por que não? E essa discussão precisa da presença de todas as pessoas que viveram outras situações em outros países, têm experiência de trabalho científico, têm, enfim, uma certa compreensão, ou talvez um maior espírito crítico em virtude de sua própria formação profissional.*

Michel Rabinovitch: O cientista é muitas vezes um tipo de sujeito altamente educado, muito articulado, bom falador, mas que no fundo representa uma classe economicamente privilegiada. Acho que isso pode ser inteiramente prejudicial, até porque inibiria o aparecimento de gente cuja cabeça também funciona muito bem, mas que não possui condições sociais de ascender às posições de realce político.

Boris Vargaftig: Acho que esse aspecto é extremamente importante, porque na realidade a nossa tendência é pensar que cientistas no exterior têm mais competência para algumas coisas, o que não é verdade.

Luis Hildebrando: No mesmo sentido, acho que essa colocação é corporativista. Acho que a tendência corporativista no Brasil está atualmente muito evidente em vários aspectos da movimentação popular, na luta da classe operária, nas lutas das diversas categorias profissionais, médicos, advogados, professores. Acho que isso é fruto de 20 anos de ditadura, porque a defesa dos valores democráticos ficou, realmente, acantonada no nível corporativo. A SBPC é um bom exemplo. Teve um papel muito importante na defesa da democracia. A Reunião Anual de 1976 em São Paulo, centrada na figura de Galileu, vai ficar na história do Brasil, na história das lutas democráticas brasileiras. Agora: isto gera um reflexo corporativista que deve ser combatido.

Uma das coisas que eu considere mais positiva do ministério proposto por Tancredo Neves é que se trata de um ministério político. Posso discordar da orienta-

ção política dominante, ou da orientação política de elementos que compõem o ministério nas suas pastas respectivas, mas rendo homenagem à visão de estadista de Tancredo, que constituiu um ministério político, mesmo naqueles setores cujos problemas específicos são de natureza técnica. Essa, aliás, é uma experiência que a gente pode transferir diretamente dos países desenvolvidos. A orientação técnica das atividades de cada ministério tem que ser desenvolvida por uma administração tecnicamente competente. O Ministério da Ciência e Tecnologia tem que ser mesmo ocupado por um homem político e tem que refletir uma certa visão, uma certa orientação política, um certo projeto político do governo escolhido pela população. A orientação técnico-científica do ministério deve ser estritamente profissional e competente no plano da pesquisa científica e tecnológica, mas subordinada a uma orientação política.

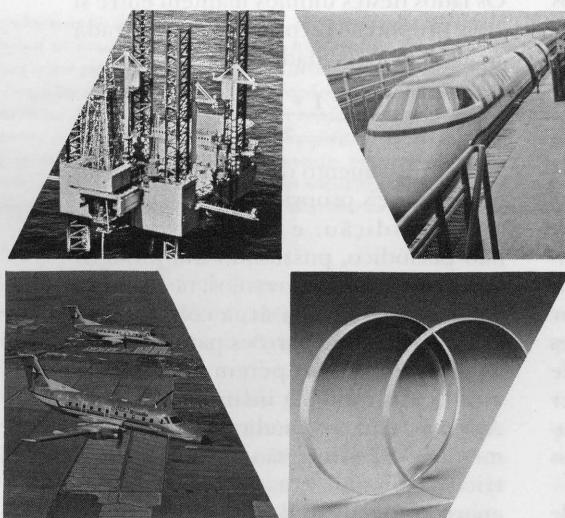
— *Mas veja só, hoje os partidos do país vão ter que ter as suas políticas científicas. Já não existirá mais a política científica dos cientistas, mas sim a política científica dos cientistas comunistas, dos cientistas socialistas, dos democratas-cristãos, dos liberais etc. É preciso que os cientistas passem a participar da vida política do país, através, naturalmente, dos partidos, no sentido de contribuir com o seu treinamento específico, que é diferente do do operário, do estudante ou do advogado, para a formulação das políticas específicas desses partidos, que vão resultar na somatória das vontades políticas do país, ou na resultante delas. Isso não é corporativismo, não acham?*

Luis Hildebrando: Não, de jeito nenhum, não é corporativismo. A proposição corporativista seria a de eleição de uma assembleia constituinte com representantes das áreas profissionais do país, como a da pesquisa científica. □

Presente onde a qualidade precisa ser assegurada

Seus produtos:

Óxido de nióbio
Óxido de nióbio de grau óptico
Óxido de nióbio de grau cristal
Ferro-nióbio
Ferro-nióbio de alta pureza
Niquel-nióbio



Áreas de aplicação industrial:

Siderurgia
Aeronáutica
Naval
Ferroviária
Química
Petroquímica
Eletrônica
Ótica

SEDE

Córrego da Mata, s/n.º - Caixa Postal 8
38180 Araxá - MG - Brasil
Tel.: (034) 661-1544
Telex: (034) 3355 CBMM BR

CBMM

Escritório em São Paulo

Rua Padre João Manoel, 923 - 9.º andar
01411 - São Paulo - SP - Brasil
Tel.: (011) 881-7100
Telex: (011) 25683 CBMM BR

COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO

JOGOS MATEMÁTICOS

FASE QUASE-CRISTAL É TEORIA DOS LADRILHOS

O físico-matemático Roger Penrose, da Universidade de Oxford (Inglaterra), trabalha com a teoria da relatividade geral, mas também é conhecido por suas contribuições na área de jogos e quebra-cabeças de fundo matemático. Uma de suas descobertas nesse último terreno de atividade vem despertando interesse crescente entre os especialistas na teoria dos ladrilhos e, curiosamente, pode apontar um caminho para a explicação dos surpreendentes resultados obtidos por um grupo de metalurgistas em experiência recente.

Os israelenses D. Schectman e I. Bleck, o francês D. Gratias e o norte-americano J. W. Cahn observaram que microgrãos de uma liga de alumínio e manganês preparada por esfriamento rápido apresentavam uma figura de difração de elétrons típica de cristais sólidos, porém com simetria de icosaedro (sólido regular de 20 lados). De acordo com o conhecimento até aqui acumulado, trata-se de características incompatíveis entre si. Cristais são estruturas altamente ordenadas, cujos arranjos de átomos, moléculas ou íons se repetem periodicamente por translação. Mas os icosaedros regulares não são compatíveis com a simetria de translação, isto é, não podem preencher completamente o espaço sem deixar vazios. O mesmo ocorre com os pentágonos regulares no plano.

Um ladrilhamento periódico é aquele em que determinada figura se repete por translação. Um hexágono regular, por exemplo, ladrilha o plano somente de maneira periódica. Em contrapartida, conhece-se outras figuras que fazem o mesmo de maneira periódica e não-periódica. A descoberta de Penrose, realizada em 1974, é a de duas formas que ladrilham o plano somente de maneira

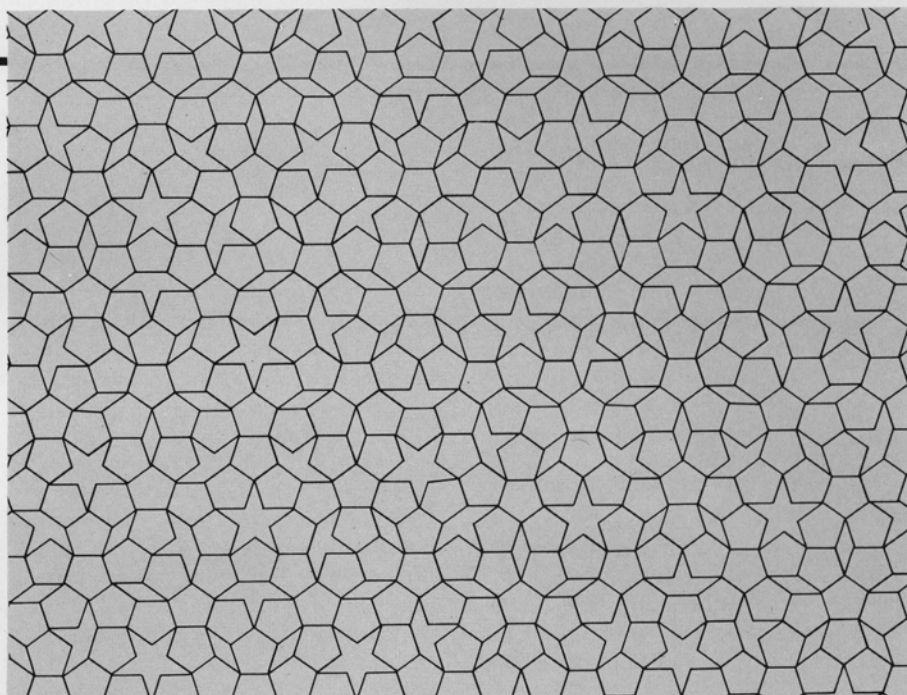


Fig. 1. Ladrilhamento de Penrose com pentágonos regulares, diamante, barco de papel e estrela de cinco pontas. A regra de casamento observada força a não-periodicidade.

não-periódica, isto é, forçam a não-periodicidade. Suas propriedades são extraordinárias.

Trabalhando primeiro com pentágonos, o pesquisador inglês conseguiu preencher os claros com as formas de diamante, barco de papel e estrela de cinco pontas (ver figura 1). Com esses quatro ladrilhos ordenados segundo certa regra de casamento, ele forçou a não-periodicidade. Mas não parou aí. Em seguida, lançou mão de seis ladrilhos, cujos desenhos já forçavam a não-periodicidade, passando depois a trabalhar com apenas dois (figura 2), denominados "dardo" e "pipa" pelo matemático J. H. Conway. Os lados destes últimos mantêm entre si uma proporção já conhecida e admirada pelos gregos da idade clássica:

$$\frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

O ladrilhamento daí resultante possui duas notáveis propriedades, em aparente contradição: é necessariamente não-periódico, possuindo um número incomensurável de arranjos; no entanto, com a expansão da área coberta, em qualquer arranjo porções parciais do ladrilhamento se repetem necessariamente um número infinito de vezes. Apesar de não-periódicos, os ladrilhamentos de Penrose são altamente simétricos, como mostra a figura 3. Neles, aparecem também decágonos regulares que, em alguns lugares, se superpõem.

Esse conjunto de constatações foi divulgado pela primeira vez por M. Gardner na sua coluna "Mathematical games" da *Scientific American*, em janeiro de 1977. Como os ladrilhos de Penrose admitem generalização para três dimensões, os físicos teóricos D. Levine e P. Steinhardt puderam realizar cálculos

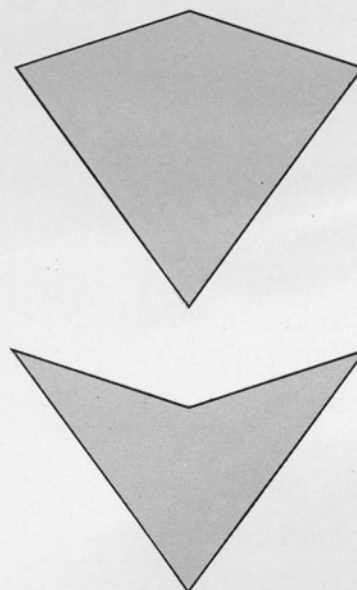
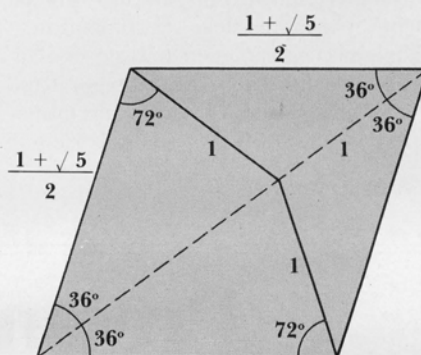


Fig. 2. (acima) Construção dos ladrilhos dardo e pipa utilizados por Penrose. Em seus ladrilhamentos é proibido usar as duas figuras de maneira a formar o losango acima mostrado.

Fig. 3. (à direita) Ladrilhamento de Penrose com duas figuras (dardo e pipa), que cobrem o chão apenas de maneira não-periódica.

para uma rede com esse tipo de estrutura. Os resultados indicaram a existência de uma ordenação de longo alcance com simetria de icosaedro. Para completar a história, uma simulação feita em computador previu uma difração de elétrons bastante coincidente com os resultados obtidos pelo grupo de metalurgistas acima citados.

O mistério começa a ter solução. E não se trata de uma solução de alcance limitado. Os resultados já obtidos parecem indicar a existência de uma nova fase — metaestável — da matéria: não é como a do cristal (que apresenta simetria de translação) nem como a do vidro (que é totalmente desordenado). Trata-se de uma estrutura altamente simétrica mas não-periódica, que os autores passaram a chamar de quase-periódica, ou quase-cristal. Resta esperar. A relevância efetiva dessa descoberta só será determinada quando as novas propriedades desses materiais forem calculadas e confrontadas com a experiência. (CS)

Phys. Rev. Lett. 53, p. 1951, 1984.
Phys. Rev. Lett. 53, p. 2477, 1984.

ENGENHARIA GENÉTICA

ESSAS ÚTEIS BACTÉRIAS PATOGENICAS

A bactéria *Agrobacterium tumefaciens* não perdoa. Quando ela infecta o ferimento de uma planta dicotiledônea (cujo embrião possui dois cotilédones — tipos de folhas cuja função é nutrir a jovem planta nas primeiras fases de seu crescimento), liga-se à parede celular e introduz um pedaço de seu plasmídeo (ADN extracromossômico) na célula da planta. O pedaço estranho se incorpora ao ADN

nuclear da célula, esta se torna cancerosa e a planta adoece.

Acontece que qualquer segmento de ADN inserido no plasmídeo da bactéria por técnicas de engenharia genética pode ser também transferido para células da planta. Isto significa que o plasmídeo de *A. tumefaciens* tem enorme potencial, para a engenharia genética de plantas, como vetor (agente de transferência de genes). No entanto, até há pouco acreditava-se que só as dicotiledôneas eram sujeitas à infecção pela bactéria, o que limitaria bastante sua utilização biotecnológica, uma vez que a maioria das plantas de interesse agrícola, como o milho, o arroz e outras, são monocotiledôneas.

Em outubro do ano passado, entretanto, um grupo de pesquisadores da Universidade de Leiden, na Holanda, publicou os resultados de experimentos que sugerem que as plantas monocotiledôneas são também suscetíveis à transformação por *A. tumefaciens**.

Liderados por G.M.S. Hooykaas-Van Slogteren, os pesquisadores tentaram detectar, em plantas infectadas, certas enzimas específicas de células vegetais cancerosas, as opinas, sintetizadas sob comando específico do ADN da bactéria. Para isso, infectaram duas espécies monocotiledôneas ornamentais das famílias Liliaceae e Amaryllidaceae com cepas de *A. tumefaciens*. Após três semanas, conseguiram detectar bioquimicamente a presença de opinas nas feridas infectadas das plantas.

A diferença entre a ação da bactéria sobre as dicotiledôneas e sobre as monocotiledôneas é simplesmente que nestas últimas não se formam tumores. Talvez devido a peculiaridades do metabolismo de hormônios vegetais, elas não respondam ao código oncogênico (gerador de tumores) do plasmídeo. E por esta razão a transferência do plasmídeo da bactéria para as células das monocotiledôneas havia passado despercebida.

Embora seja ainda necessário verificar se o plasmídeo de *A. tumefaciens* penetra nas células de monocotiledôneas de importância agrícola, os resultados do grupo holandês abrem perspectivas importantes para a biotecnologia vegetal, porque permitem vislumbrar a possibilidade de aprimoramento das espécies agrícolas através de técnicas de engenharia genética.

(RL, MAE)

* *Nature*, vol. 311, n.º 5988 (1984).

FISIOLOGIA

MERGULHANDO COM O CORAÇÃO DAS FOCAS

Em manchetes de primeira página, os jornais noticiaram, no dia 20 de abril último, a vinda ao Brasil de um médico norte-americano para tentar salvar a vida do presidente Tancredo Neves. Tratava-se de Warren M. Zapol, especialista em doenças pulmonares agudas do Hospital Geral de Massachusetts. Matéria do jornal *O Estado de São Paulo* referia-se a Zapol como especialista respeitado e revelava suas freqüentes viagens à Antártida, “onde permanece por longo tempo, estudando a respiração e o comportamento das focas”. E concluía: “Ele considera que o sistema pulmonar desses animais, que permanecem sob a água gelada daquele continente durante muito tempo, pode dar pistas importantes para o entendimento e a prevenção da insuficiência respiratória em recém-nascidos, uma das causas mais freqüentes da mortalidade infantil.”

Sob a direção de Zapol, trabalha na Antártida uma equipe integrada por pesquisadores do Departamento de Ginecologia e Obstetrícia do Hospital Nacional de Mulheres de Auckland, na Nova Zelândia, do Departamento de Zoologia da Universidade de British Columbia, no Canadá, e do Departamento de Anestesiologia do Hospital Geral de Massachusetts, de Boston. Pesquisas já concluídas sobre a fisiologia do mergulho da foca de Weddell — espécie desse mamífero que alcança mais de três metros de comprimento e 400 quilos de peso e é a mais abundante no continente antártico — são descritas em número especial, publicado em 1983, do *Antarctic Journal of the United States*.

Para suas experiências — que se realizam próximo à base americana de McMurdo, no mar de Ross —, Zapol e seus colaboradores projetaram e cons-

truíram um monitor controlado por microcomputador para medir os batimentos cardíacos das focas (a intervalos de 30 segundos), registrando concomitantemente a profundidade de seus mergulhos.

O projeto do monitor enfrentou três limitações: o material deveria resistir a pressões de até 50 atmosferas e suportar variações rápidas de temperatura e frio intenso (registram-se -2°C na água e -40°C no ar); ademais, o monitor deveria consumir o mínimo de energia, de modo a prolongar a vida das baterias elétricas. O problema da alimentação de corrente foi resolvido com a tecnologia de semicondutores, utilizando-se microprocessador de oito *bits* e 14.336 *bytes* de memória RAM, o que reduziu o consumo de corrente a cinco miliampères em média.

O monitor é constituído de três placas de circuito impresso, de $10 \times 10\text{cm}$ cada uma, montadas em sanduíche e encaixadas num bloco de epóxi. São usadas células de lítio que provêm seis volts a nove amperes-hora. No abrigo instalado sobre o buraco no gelo onde as focas mergulham, é utilizado um minicomputador que recebe os dados referentes aos batimentos cardíacos e à profundidade do mergulho a uma velocidade de 57,6 K bauds. A foca leva preso a si um monitor, posto sobre uma placa de neoprene colada em seu dorso. Quando emerge para respirar, esse monitor e o microcomputador são rapidamente interligados a um

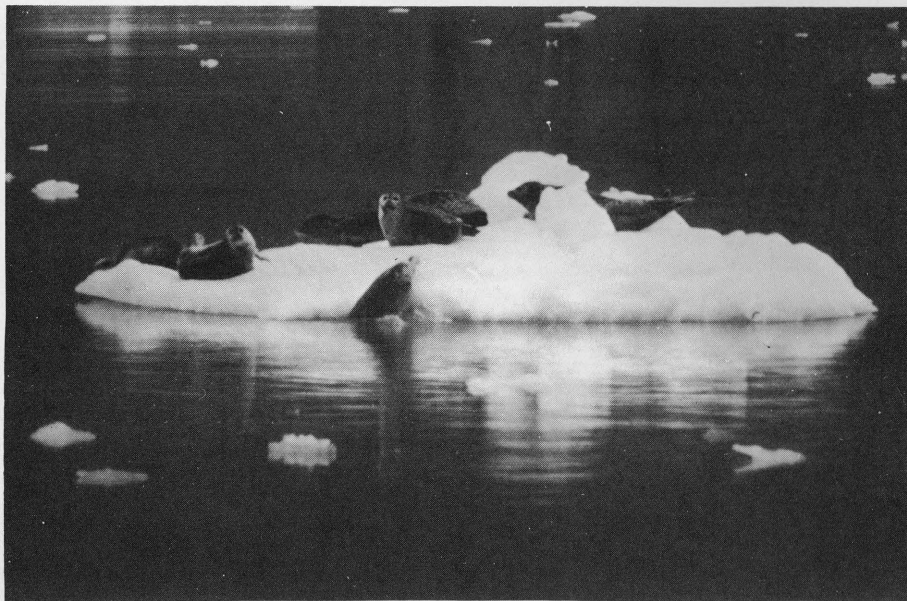
fio de fibra óptica, possibilitando a transferência dos dados e a pré-programação do computador de mergulho.

Uma foca em estudo forneceu 94 horas de dados (22.700 pontos); seu mergulho mais longo durou 52 minutos e o mais profundo chegou a 486 metros. O gráfico que ilustra o trabalho de Zapol mostra que, durante o mergulho, as batidas do coração da foca diminuem de 80 para 40 por minuto, ou menos. Curiosamente, a lentificação do ritmo cardíaco começa antes do mergulho profundo (a mais de 400m), parecendo antecipá-lo.

Elucidar um dos segredos da foca — a resistência do feto aos mergulhos da mãe — é de extremo interesse para Zapol, cujo objetivo final é a prevenção da morte de recém-nascidos por doenças pulmonares. A pesquisa que desenvolve no momento, intitulada “Fisiologia do mergulho da foca de Weddell prenhe”, é custeada pelo Programa Antártico da Fundação Nacional de Ciência dos EUA, estando orçada em cerca de 25 mil dólares anuais.

As pesquisas biológicas realizadas na Antártida têm fornecido dados fundamentais, não só sobre os mecanismos fisiológicos de adaptação dos seres vivos a condições ambientais extremas, como também sobre alguns problemas básicos da biologia, entre eles os processos evolucionários em nível molecular e as condições do surgimento e da difusão do fenômeno da vida em geral.

(RJV)



Colaboradores: Cássio Sigaud (Instituto de Física da UFRJ), Maria Aparecida Esquibel (Instituto de Biofísica da UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica da UFRJ) e Rubens Junqueira Villela (Instituto Astronômico e Geofísico da USP).

A ciência hoje é exportar.

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

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

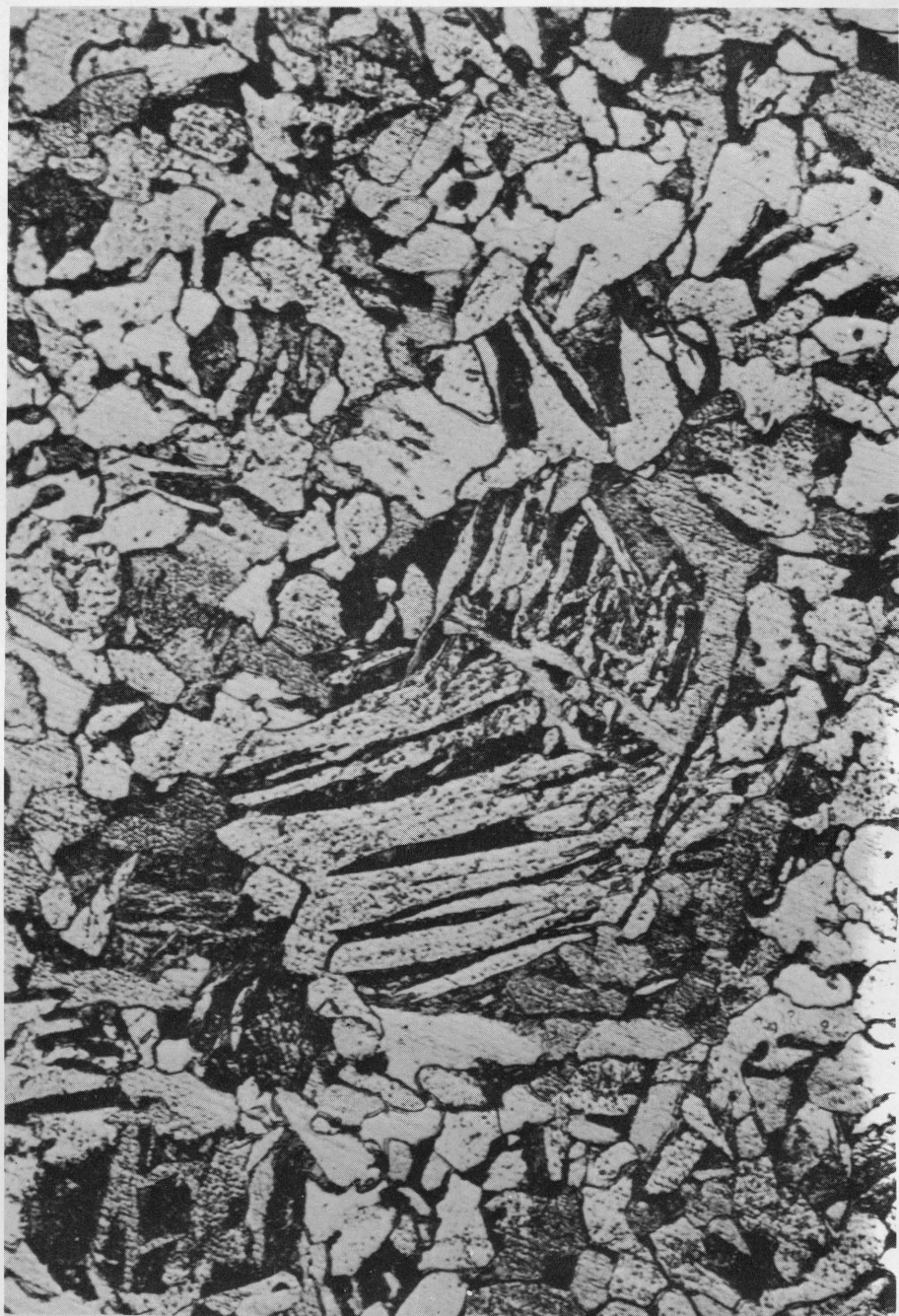
DURATEX S.A.



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

Forças de London, de van der Waals, eletrostáticas, estéricas, coordenativas, covalentes, de capilaridade, de oclusão e derivadas de reação ácido-base. Todas elas estão presentes na problemática da adesão (ou não) entre superfícies e partículas, cujo estudo possui inúmeras aplicações. Na Unicamp, experiências nessa área levaram à produção de peças e tubos de plástico que poderão ser usados como absorvedores da radiação solar ou como depuradores de ar.

Fernando Galembeck
Instituto de Química da
Universidade Estadual de Campinas.



fotografia de aço 1020, por microscópio — Júlio Ferreira (Coppe/UFRJ)

ADESÃO DE SUPERFÍCIES

Todos nós já tivemos a frustrante experiência de tentar escrever com caneta esferográfica sobre superfícies cobertas com algum tipo de plástico ou vidro. Além de difícil e falha, a escrita geralmente pode ser apagada com o próprio dedo, o que revela a pouca adesão da tinta ao substrato que estamos usando. Outras vezes, fenômenos também relacionados com o problema da adesão provocam em nós frustração inversa: é o caso das manchas, de remoção difícil ou mesmo impossível, que inutilizam roupas, papéis e demais objetos com que lidamos.

Fatos assim tão corriqueiros obscurecem nossa percepção do alcance dos fenômenos de adesão (ou aderência) entre duas ou mais superfícies. No entanto, eles estão presentes a todo momento em nosso cotidiano. Basta lembrar que, em sua ausência, o papel que o leitor está segurando deixaria de existir, sendo substituído por grãos de partículas minerais e pedaços microscópicos de celulose. Aliás, a própria impressão desta revista teria sido impossível, já que a tinta não se manteria sobre o papel, e assim por diante. Com um pouco de imaginação, pode-se perceber algumas situações inusitadas que se produziriam em um mundo cujos princípios de aderência fossem diferentes dos nossos.

A adesão entre superfícies e partículas é um problema científico, cujo estudo possui inúmeras aplicações. Em que condições ela ocorre? Por que certas superfícies parecem ter tendência mais acentuada a serem recobertas por outras? Perguntas como estas ocupam muitos pesquisadores, preocupados com os aspectos básicos do fenômeno ou com questões concretas ligadas ao desenvolvimento de produtos ou de processos industriais. Conhecimentos teóricos e fatos experimentais se combinam nessa caminhada científica e tecnológica.

Algumas técnicas de adesão são muito antigas. Outras derivam do surto de progresso havido nessa área a partir dos anos 60, quando muitos aspectos do que se pensava sobre o assunto começaram a ser reformulados, num processo que redefiniu a própria visão do problema. Até a década de 1950, era comum admitir-se que a adesão a um determinado objeto sólido decorria essencialmente da energia livre de superfície existente nele. Segundo essa explicação, papel, madeira, vidro, metais e outros sólidos dotados de forte tendên-

cia à adesão possuiriam elevada carga dessa energia, que ficaria reduzida por seu recobrimento com o adesivo. Por outro lado, a dificuldade de conseguir adesão com certos sólidos (como plásticos, algumas fibras) decorreria da escassez de energia livre em sua superfície.

No entanto, na década de 1960 foi demonstrado experimentalmente que é possível conseguir muito boa adesão, mesmo trabalhando com sólidos dotados de baixa energia de superfície. Tal fato provocou o surgimento de novas linhas de interpretação para os fenômenos de

adesão, das quais nasceram novos sistemas, métodos e processos que hoje estão incorporados ao nosso dia-a-dia.

As contribuições havidas desde então ao entendimento das condições de estabilidade de uma junta adesiva trabalharam, por exemplo, com a ação de forças eletrostáticas e de interações químicas (ácido-base, coordenativas) entre as superfícies que compõem a junta. A contribuição de alcance mais universal, no entanto, é aquela que descreve a ação das chamadas forças de van der Waals (ver "As forças intermoleculares").

AS FORÇAS INTERMOLECULARES

Quando duas moléculas se aproximam a ponto de suas nuvens eletrônicas se tocarem, surge entre elas uma força repulsiva. Resultado da resistência oferecida pelas nuvens de elétrons à deformação e à interpenetração, essa força é irrelevante para os problemas de adesão, pois não dispomos de energia suficiente para forçar as moléculas a aceitarem contato mais estreito. As forças intermoleculares relevantes para nosso tema são as atrativas, conhecidas como forças de van der Waals e dotadas de longo alcance, se comparadas com as mencionadas acima. Vistas, porém, de uma óptica macroscópica, seu alcance ainda é muitíssimo pequeno, da ordem de poucos milionésimos de milímetros (nanômetros).

O caso mais simples de interação entre partículas de dimensões moleculares é o de interação eletrostática entre íons e outras partículas dotadas de carga elétrica permanente. Mesmo moléculas eletricamente neutras possuem forças atrativas, pois uma molécula polar (como as da água, de *nylon* ou de monóxido de carbono) contém um dipolo elétrico. A interação entre dois dipolos é necessariamente atrativa quando estão separados por distâncias superiores às suas próprias dimensões geométricas. Dizemos então que temos uma força de coesão intermolecular por interação dipolo-dipolo.

Uma molécula polar também pode atrair um íon (interação íon-dipolo) ou outra molécula neutra, isto é, não polar. Este último caso é muito interessante, pois revela que a molécula polar induz o aparecimento de um dipolo na molécula não polar, passando então a atraí-la. No mundo macroscópico ocorre um fenômeno análogo quando um objeto de plástico eletrizado por atrito passa a atrair pequenos pedaços de papel, eletricamente neutros.

Nitrogênio, argônio, metano e outras moléculas não polares se atraem, por causa das forças de London, ou de dispersão, também chamadas de interações entre dois dipolos induzidos. Elas resultam do fato de que a densidade eletrônica de cada molécula sofre flutuações, isto é, se afasta (por períodos de tempo muito curtos) do valor médio. Por isso, mesmo uma molécula não polar apresenta, em qualquer momento, um dipolo elétrico, ainda que de vida muito curta. Se pudéssemos medir o momento dipolar de uma molécula não polar isolada, veríamos que ele muda de valor e de direção de forma ininterrupta e muito rápida, mas sempre de modo que sua média seja zero. Assim, podemos visualizar como duas moléculas isoladas (porém muito próximas) podem "enxergar-se" através desses dipolos instantâneos, que interferem um no outro. Eles não são independentes, mas *correlacionados*, e acabam se atraindo.

A interação entre dipolos induzidos aumenta à medida que aumenta a facilidade com que as cargas elétricas (positivas ou negativas) das moléculas podem ser separadas — no interior das próprias moléculas — sob a ação de um campo elétrico externo. Tal característica, chamada de polarizabilidade das moléculas, pode ser avaliada através de uma medida física muito simples, a do índice de refração da substância. As substâncias mais polarizáveis são exatamente as que possuem os maiores índices de refração.

Para efeitos didáticos, a discussão pode partir do comportamento das forças de atração que atuam no nível molecular sempre que a distância entre duas moléculas — mesmo as mais simples e inertes — torna-se muito pequena. Em caso de afastamento entre elas, tais forças tendem rapidamente a zero, como se pode ver na figura 1, que mostra a energia de interação existente entre moléculas de hélio e de argônio: em distâncias maiores do que oito angstrom (ou seja, 8×10^{-8} cm), a atração entre um par de moléculas de argônio é pouco significativa, situação que se altera quando a separação entre ambas atinge 4×10^{-8} cm. Neste último caso, tornam-se atuantes as chamadas forças de London, resultado da interação entre dipolos elétricos existentes em cada molécula de argônio e submetidos a um processo de reorientação contínua, devido ao movimento incessante dos elétrons ao redor do núcleo atômico.

As forças de London também são chamadas por alguns autores de forças de dispersão, e sua ação nos permite entender a ocorrência do fenômeno de condensação de vapores. Como se sabe, a redução da temperatura faz com que qualquer substância gasosa passe para o estado líquido, no qual as moléculas permanecem juntas porque sua mobilidade é insuficiente para vencer as forças atrativas existentes entre elas.

Se sairmos do mundo molecular, a situação se torna um pouco mais complexa. Tomemos o exemplo de grãos de areia. As forças de dispersão que descrevemos acima provocam, entre eles, a existência de uma interação atrativa que pode ser descrita pela seguinte equação:

$$E = -aH/12x$$

onde E representa a energia de interação entre os grãos (que, para simplificar, consideramos como esféricos), a é o raio de um grão, H é a chamada constante de Hamaker (da ordem de 10^{-20} joule) e x é a distância entre os grãos, que precisa ser muito pequena para que tenhamos uma atração significativa entre eles. Se x for maior do que a , torna-se necessário usar outra equação, mas em qualquer caso a energia de interação se aproxima de zero quando as distâncias são grandes.

A superfície de um grão de areia possui estrutura química complexa, que depende muito do ambiente e das situações a que ele esteve exposto no passado. Simplificando, podemos dizer que sua superfície é composta por pelo menos dois

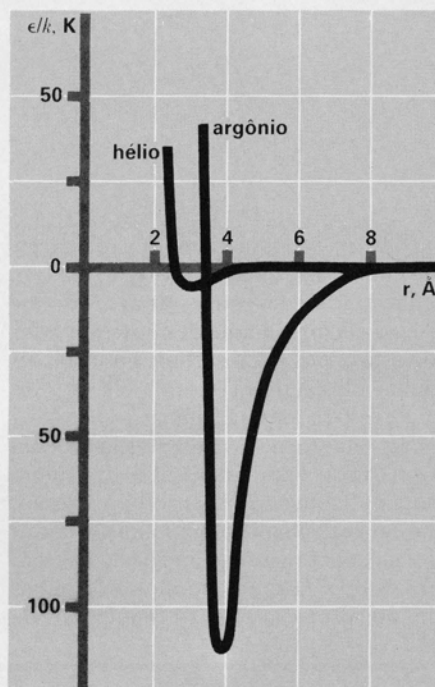


Fig. 1. A função de Lennard-Jones descreve a energia potencial (ϵ) de um par de elétrons não polares, tomando como referência a distância (r) entre seus centros. Nota-se que as duas curvas apresentadas (uma para um par de moléculas de hélio, outra para um par de moléculas de argônio) contêm mínimos pronunciados. Na ausência de movimentos térmicos, a distância intermolecular correspondente a cada um desses mínimos seria, em cada par, a distância de equilíbrio entre as moléculas. A escala usada para as ordenadas do gráfico fornece ϵ/k , onde k é a constante de Boltzmann. Portanto, suas unidades no sistema internacional são as de grau Kelvin (K).

tipos de grupos químicos, o silanol e o siloxano, mostrados na figura 2. Este último é pouco ativo, mas o primeiro comporta-se como um verdadeiro ácido; em soluções alcalinas (com pH elevado), pode ter seu próton removido ou trocado por outros íons positivos (Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} ou outros). Ora, com a remoção de prótons, as partículas adquirem carga elétrica negativa e passam a repelir-se, segundo um padrão definido pela equação

$$E = (Da \psi_0^2/s) \exp(-\tau(s-a))$$

onde D é a constante dielétrica do meio em que as partículas se encontram, ψ_0 é o potencial elétrico na sua superfície, $\tau = Ka$, onde $1/K$ é a distância além da superfície na qual o potencial elétrico vale ψ_0/e ; s é o quociente da distância entre os centros e o raio das partículas.

Assim, entre duas partículas de sílica há uma força atrativa (de London) e outra repulsiva (eletrostática). Quando a primeira domina, as partículas “coagulam”, isto é, reúnem-se em grandes agregados. Caso contrário, temos as chamadas partículas estabilizadas, ou peptizadas. A transição de uma situação para

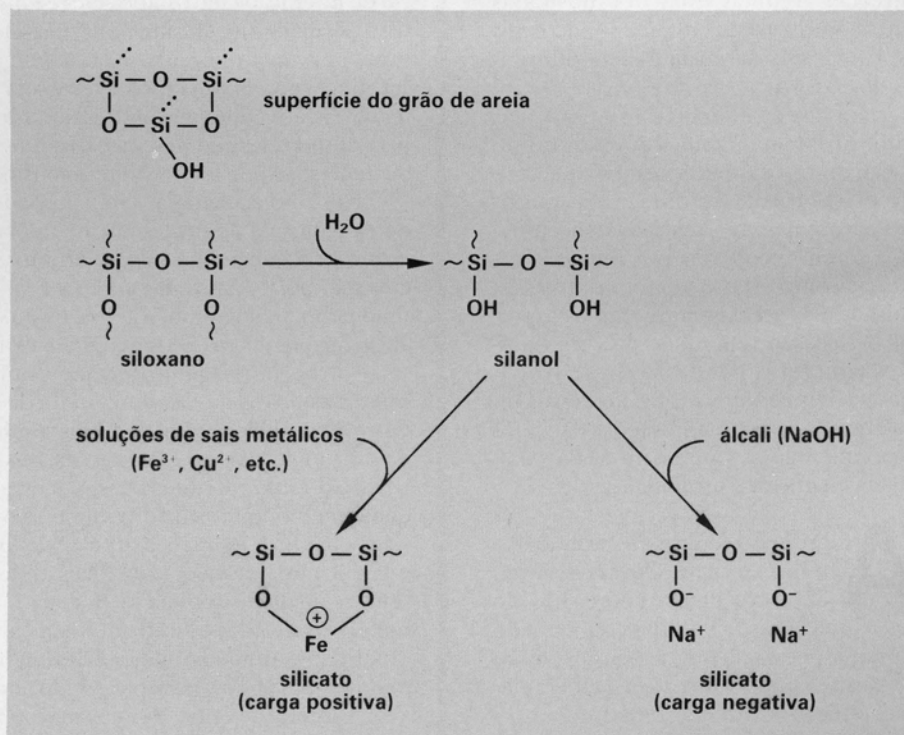


Fig. 2. Os átomos e íons que se acham na superfície de um sólido podem sofrer modificações químicas, mesmo quando a substância do interior do sólido se mantém inalterada. A superfície de um material rico em sílica contém originalmente grupos siloxano, pouco polares. Por ação da água, eles sofrem hidrólise, gerando grupos silanol que, por sua vez, podem sofrer ionização (conferindo à partícula cargas negativas) ou trocar prótons por cátions. Havendo troca por cátions de carga elevada (de ferro ou de cobre, por exemplo), as partículas podem tornar-se positivas.

outra pode ocorrer por causa da mudança de meio, ou seja, do fluido que separa as partículas. Quando, por exemplo, um rio despeja suas águas barrentas no mar, ocorre uma transferência de partículas de argila, areia, óxidos metálicos e restos de matéria orgânica (ou seja, do "barro") de um meio de baixa concentração de íons para outro, em que a concentração iônica é elevada. De acordo com nossa segunda equação, este processo reduz os valores de ψ_0 e de E , tornando menor a repulsão entre as partículas. Estas, via de regra, coagulam e sedimentam, causando assoreamento de estuários e graves problemas para a operação de certos portos (figura 3).

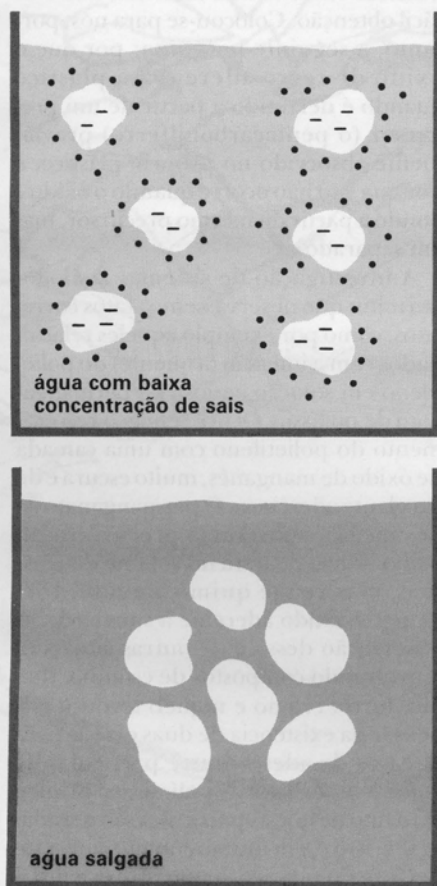


Fig. 3. Quando dispersas em água, partículas de areia, argila, óxido de ferro ou outra substância apresentam-se normalmente dotadas de carga elétrica (no caso da figura, negativa) e mantêm-se por isso afastadas entre si. A adição de sal leva à neutralização ou à "blindagem," (etimologicamente, cegamento) dessas cargas, provocando portanto um decréscimo na repulsão existente entre as partículas. Então, estas podem agregar-se, formando flocos ou coágulos de maiores dimensões, que sedimentam muito mais rapidamente do que as partículas individuais. Os pontos pretos na figura representam cátions (Na^+ , K^+ , etc.).

Dois tipos de substâncias químicas podem acentuar a repulsão entre partículas: os surfactantes (sabões e detergentes) e os polímeros solúveis. No caso dos surfactantes, é relativamente fácil conseguir sua deposição em uma superfície sem que ocorra interação química, fenômeno conhecido como adsorção. A partícula poderá então adquirir uma carga elevada, repelindo com facilidade partículas de mesma carga. Como todas as partículas de mesma natureza têm a mesma carga elétrica, sempre haverá repulsão entre elas. Entretanto, mesmo surfactantes e polímeros eletricamente neutros podem adsorver em superfícies de partículas, promovendo a repulsão entre elas por causa do chamado "efeito estérico", ou seja, espacial. Trata-se de um efeito baseado na tendência à não interpenetração, característica de muitas cadeias poliméricas, cujos segmentos "excluem" da sua vizinhança imediata segmentos de outras cadeias. As partículas em que o polímero está adsorvido também passam a apresentar a mesma tendência, repelindo-se mutuamente com maior intensidade (figura 4).

Mas, se certo tipo de detergente pode estabilizar partículas dispersas, outro tipo pode atuar em sentido contrário. Também a concentração do detergente é importante. Finas partículas de hematita (cuja fórmula estequiométrica é Fe_2O_3) possuem uma pequena carga elétrica positiva quando estão dissolvidas na água das redes de abastecimento urbano, cujo pH possui valor em torno de sete. Em presença de pequenas quantidades de detergentes dotados de carga negativa (como o dodecilbenzenosulfonato de sódio, tipo mais comum), as partículas acima descritas tornam-se neutras e perdem sua capacidade de repulsão; no entanto, se houver excesso deste mesmo detergente, a adsorção será maior, provocando a transformação do óxido em partículas negativamente carregadas, que voltarão a repelir-se.

A adesão e a separação entre superfícies macroscópicas são influenciadas por forças de natureza muito variada, a saber: de London e van der Waals (isto é, de dispersão e dipolares), eletrostáticas, estéricas (decorrentes da adsorção de polímeros e detergentes), ácido-base, coordenativas, covalentes, de capilaridade e de oclusão (ou mecânicas).

No caso de superfícies, as forças eletrostáticas e estéricas atuam da mesma maneira já relatada quando tratamos de

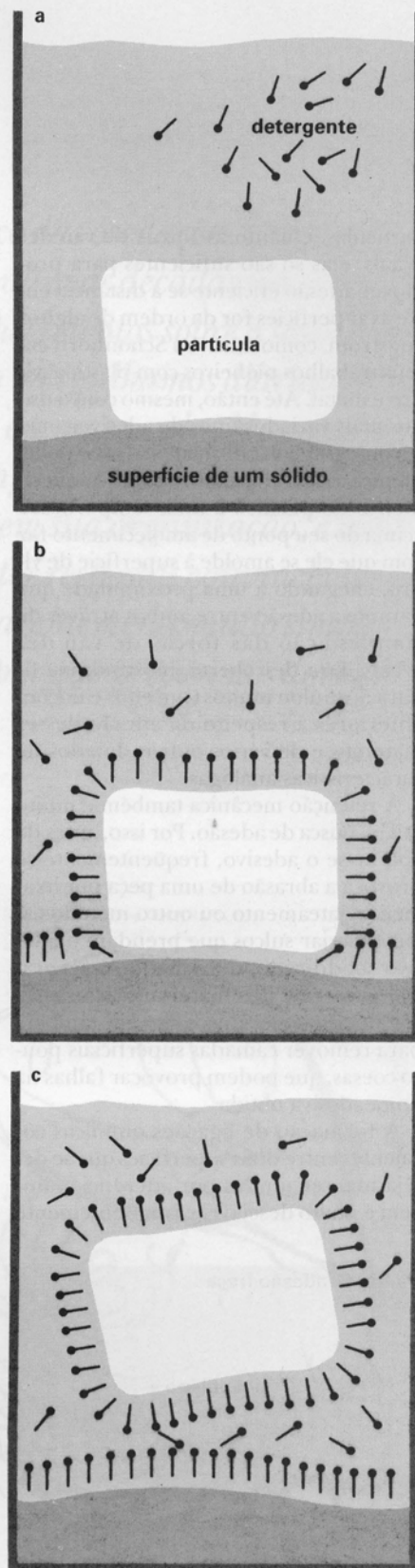


Fig. 4. Três estágios na remoção — por adição de detergente — de uma partícula aderente a uma superfície: a) a partícula adere à superfície, e se introduz o detergente no mesmo líquido em que o sistema está imerso; b) as moléculas de detergente adsorvem à partícula e à superfície, conferindo carga elétrica a ambas ou induzindo entre elas repulsão elétrica estérica; c) se as forças repulsivas vencerem as forças de van der Waals, partícula e superfície separar-se-ão. Esse tipo de quebra de adesão é um dos mecanismos usados em processos comuns de limpeza com detergentes.

partículas. Quanto às forças de van der Waals, elas só são suficientes para promover adesão eficiente se a distância entre as superfícies for da ordem de alguns angstrom, como mostrou Schornhorn em seus trabalhos pioneiros com plástico, vidro e metal. Até então, mesmo com o uso dos mais variados tipos de adesivos, não se conseguia colar de maneira firme polietileno e vidro. Hoje, sabe-se que o aquecimento do plástico a uma temperatura acima do seu ponto de amolecimento faz com que ele se amolde à superfície de vidro, chegando a uma proximidade que garante a adesão entre ambos através da simples ação das forças de van der Waals. Esta descoberta, mostrada na figura 5, anulou muitos conceitos e noções anteriores a respeito da adesão desses materiais e de vários outros dotados de características análogas.

A retenção mecânica também é muito útil na busca de adesão. Por isso, antes de aplicar-se o adesivo, freqüentemente se provoca a abrasão de uma peça por lixamento, jateamento ou outro método capaz de criar sulcos que prendam o adesivo solidificado, dificultando a separação posterior dos materiais. Estes tratamentos mecânicos servem também para remover camadas superficiais pouco coesas, que podem provocar falhas na junta adesiva obtida.

A formação de ligações químicas covalentes entre duas superfícies que se deseja manter unidas por aderência também é muito desejável e freqüentemente

possível. São várias as maneiras de obtê-las, e cada uma é adequada para cada situação. Um caso drástico é o que ocorre no cozimento de sólidos em agregados minerais, em que grupos de superfície sofrem reação química que forma "pontes" entre as partículas. Em outros casos, a reação química ocorre entre grupos de superfície sólida e grupos de um intermediário (o adesivo) capaz de fazer uma "ponte" covalente entre os objetos que se quer manter em contato. Este é o princípio de funcionamento de alguns "agentes de acoplamento", utilizados, por exemplo, para conseguir adesão entre fibra de vidro e plástico, em peças de epóxi e poliéster reforçadas com fibra de vidro.

A adesão também pode ocorrer sem ser acompanhada por uma reação química, como, aliás, já vimos acima, no caso que envolvia, de um lado, polietileno e, de outro, metal ou vidro. Para tal, basta que o adesivo se espalhe espontaneamente sobre as superfícies a colar e seja capaz de solidificar-se sem criar grandes tensões mecânicas; o que torna a adesão possível através da ação exclusiva das forças de van der Waals.

Em nosso laboratório, temos nos dedicado ao estudo da adesão entre polímeros (plásticos) e partículas minerais (óxidos metálicos). O início deste trabalho foi provocado pela observação de que peças de teflon, polietileno e outros materiais ficavam fortemente coloridas depois de expostas a um

composto líquido chamado pentacarbonilferro, cuja fórmula é $\text{Fe}(\text{CO})_5$. O estudo desse fenômeno revelou que o $\text{Fe}(\text{CO})_5$ era absorvido pelos plásticos, transformando-se em óxido de ferro quando exposto ao ar.

Coberta com óxido de ferro, a superfície dos plásticos adquiria propriedades muito diferentes das originais, o que, por si só, já parecia interessante. Mas o mais intrigante era o fato de que a adesão entre as duas substâncias (plástico e óxido de ferro) não é comum. A simples exposição do plástico ao óxido (mesmo quando este está na forma de um pó muito fino) não leva à fixação deste sobre a superfície do primeiro, o que mostra que a adesão entre os dois materiais não é de fácil obtenção. Colocou-se para nós, portanto, a seguinte pergunta: por que o óxido de ferro adere a um plástico quando é derretido a partir de um precursor (o pentacarbonilferro) previamente absorvido no próprio plástico, e por que isso não ocorre quando o óxido é obtido a partir do mesmo precursor, mas em separado?

A investigação de sistemas análogos permitiu que observássemos fatos correlatos, como por exemplo aqueles relacionados com a imersão (a quente) do polietileno em solução aquosa de permanganato de potássio. Ocorre então o recobrimento do polietileno com uma camada de óxido de manganês, muito escura e de excelente aderência. O permanganato — neste caso, substância precursora do óxido — não penetra no volume do plástico, mas reage quimicamente, formando o óxido aderente à superfície. A observação dessa e de outras situações (envolvendo compostos de estanho, titânio, ferro, cromo e níquel) levou-nos a pensar na existência de duas causas para os casos de adesão entre partículas de óxido e superfícies de polímeros: primeira, o fato de que as partículas são geradas *in situ*, isto é, em íntimo contato com a superfície do plástico, o que provoca justaposição de superfícies com uma proximidade que permite a ação eficiente das forças de van der Waals; segunda, o fato de as partículas serem parcialmente ocluídas pelo material não cristalino existente na superfície do plástico, o que resulta numa forte retenção de origem mecânica. Em favor deste segundo motivo apontado, há o fato de que superfícies de polietileno são normalmente constituídas por longas cadeias macromoleculares não ordenadas, isto é, não cristalizadas.

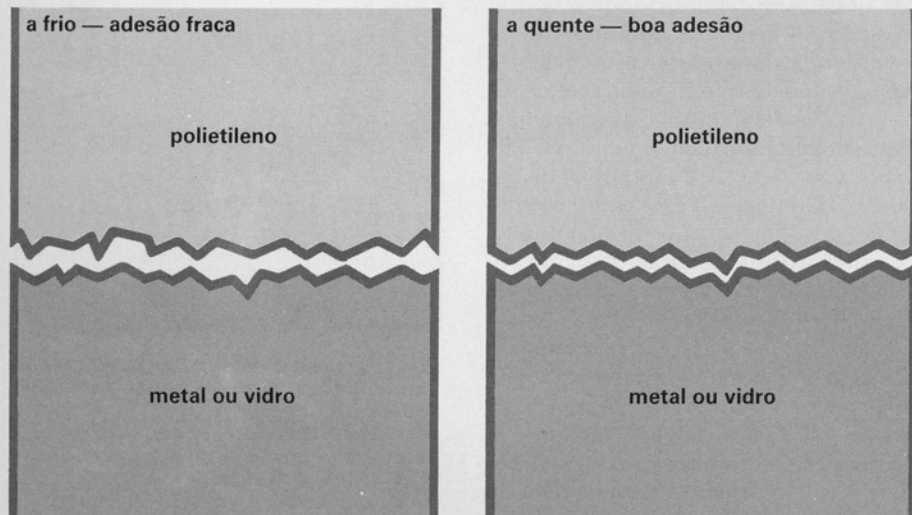
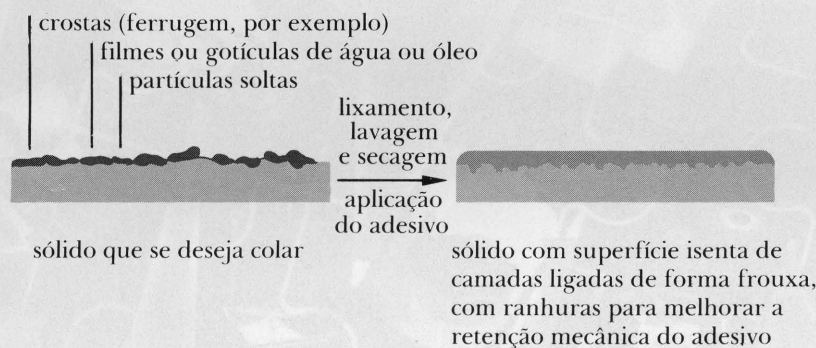


Fig. 5. A justaposição de um pedaço de polietileno a uma superfície de metal ou vidro não causa adesão, pois as irregularidades existentes nas superfícies desses materiais não permitem boa aproximação, impedindo assim a atuação das forças de van der Waals. Com o aquecimento do sistema, atinge-se uma temperatura em que o polietileno amolece e escoa, acomodando-se com perfeição à outra superfície, que se mantém rígida. Consegue-se assim "colar" polietileno e vidro sem a utilização de nenhum adesivo.

As regras gerais para que se consiga uma boa junta adesiva são as seguintes:

a) lixar a superfície que será colada, principalmente se ela não for porosa; lavá-la e secá-la bem, para remover as camadas superficiais pouco aderente (óleo, umidade ou outras).



b) o adesivo utilizado deve espalhar-se bem sobre a superfície.

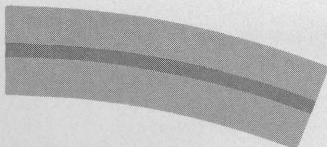


se o adesivo não se espalha, fica evidenciado que ele não interage favoravelmente com a superfície



se o adesivo apresenta tendência a recobrir espontaneamente a superfície, é provável que se produza uma junta adesiva estável

c) deve-se usar uma fina película de adesivo, para evitar que a junta sofra rachaduras por dilatação térmica ou flexão.



a fina película de adesivo é flexionada junto com os sólidos que une



sujeita a esforço, uma camada espessa de adesivo não acompanha a deformação dos sólidos e sofre fratura

d) deve-se manter as peças sob pressão durante a colagem, para eliminar bolhas de ar que impedem o perfeito contato entre adesivo e superfície.

Alguns experimentos simples, ao alcance de todos, podem ilustrar idéias transmitidas ao longo do artigo:

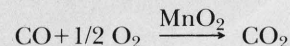
a) *espalhamento de líquidos sobre sólidos*. Em três recipientes separados, coloque água filtrada, álcool e solução de detergente em água. Prepare agora três superfícies: uma de vidro (bem limpo e enxaguado), uma de papel sulfite normal e outra de papel sulfite uniformemente coberto com vaselina em pasta. Pingue uma gota de cada líquido em cada superfície, tomando cuidado para não deixar que os líquidos se misturem. Você poderá ver então em quais casos há afinidade entre líquido e superfície.

b) *adesão de polietileno com metal*. Polietileno é um plástico que pode ser facilmente obtido nas embalagens de alimentos ou sacos de lixo. Quando aquecido, amolece facilmente e desprende um cheiro de parafina queimada. Encostando-se o polietileno a uma superfície metálica limpa (uma lâmina de faca, por exemplo) não se observa adesão. Entretanto, aquecendo-se ambos lentamente, o plástico derrete e, pressionado contra o metal, ocorre adesão. Que associação é possível fazer entre essa experiência simples e o que descrevemos no texto?

Tais hipóteses permitiram a formulação de novos experimentos, através dos quais procuramos obter novos materiais formados por adesão de partículas de óxidos (e outras partículas minerais) a superfícies de plásticos. Temos tentado criar em cada caso uma situação experimental em que as partículas sejam geradas por uma reação interfacial, isto é, que ocorre na região de contato entre o polímero e o meio que contém as substâncias químicas precursoras dos óxidos.

Um dos resultados dessa pesquisa nos parece bastante útil: nela, foram estabelecidos métodos para a obtenção de finos filmes de bióxido de manganês, um sólido muito escuro. Estes filmes aderem a superfícies feitas de matéria plástica e têm a propriedade de transformá-las em eficiente absorvedor de radiação solar. Como os raios são absorvidos na própria superfície, não ocorre aquecimento do interior do plástico.

Por outro lado, esses mesmos filmes de bióxido de manganês são interessantes como catalisadores da reação



em que o monóxido de carbono (CO), muito tóxico, é convertido em dióxido de carbono (CO₂), mais aceitável. Assim, temos hoje tubos (ou peças com outros formatos) de plástico que, revestidos com óxido aderente, atuam como depuradores de ar, convertendo em CO₂ o CO neles introduzido. Neste caso, a adesão polímero-óxido permite que este último — que cumpre a função de catalisador — seja moldado e manuseado com uma flexibilidade que não poderia ser obtida sem sua adesão ao plástico.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- ADAMSON A.W., *Physical chemistry of surfaces*. Nova Iorque, Wiley-Interscience, 3.^a ed., 1976.
- PADDAY J.F., *Wetting, spreading and adhesion*. Londres, Academic Press, 1978.
- GALEMBECK F. e outros, *Surface Contamination* (K.L. Mittal, org.). Nova Iorque, Plenum Press, 1982, p. 57.
- RUBIRA A.F. e outros, *Anais do 6º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*. Rio de Janeiro, 1984, p. 338.
- GALEMBECK F., *Anais do Simpósio sobre Ciências Básicas e Aplicadas*, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1979, p. 3.
- SHAW D.J., *Introdução à química de colóides e superfícies*, Edusp-Blucher, 1975.

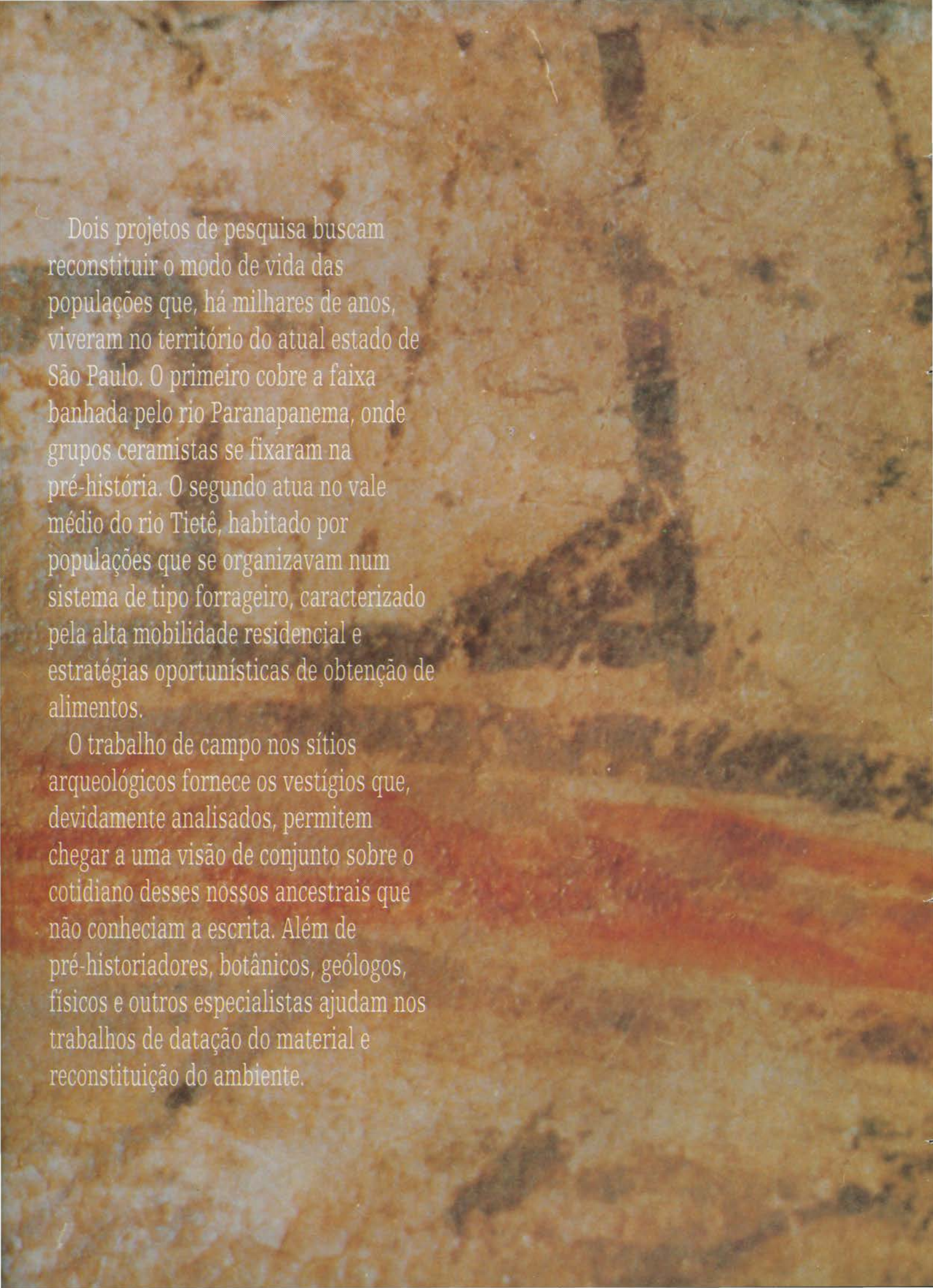
O SONO



ZZZ...



Ricardo



Dois projetos de pesquisa buscam reconstituir o modo de vida das populações que, há milhares de anos, viveram no território do atual estado de São Paulo. O primeiro cobre a faixa banhada pelo rio Paranapanema, onde grupos ceramistas se fixaram na pré-história. O segundo atua no vale médio do rio Tietê, habitado por populações que se organizavam num sistema de tipo forrageiro, caracterizado pela alta mobilidade residencial e estratégias oportunísticas de obtenção de alimentos.

O trabalho de campo nos sítios arqueológicos fornece os vestígios que, devidamente analisados, permitem chegar a uma visão de conjunto sobre o cotidiano desses nossos ancestrais que não conheciam a escrita. Além de pré-historiadores, botânicos, geólogos, físicos e outros especialistas ajudam nos trabalhos de datação do material e reconstituição do ambiente.



O CENÁRIO DE SETE MIL ANOS

Luciana Pallestrini

Instituto de Pré-História
da Universidade de São Paulo

O homem pré-histórico instalou-se de diferentes maneiras em espaços favoráveis à sua economia, seguindo padrões culturais que evoluíram ao longo do tempo. Reconstituir a vida destes nossos ancestrais que não conheciam a escrita sempre foi uma preocupação dos homens que, em épocas muito diversas, encontraram vestígios estranhos às culturas então existentes. Atualmente, essa preocupação forma o objeto principal da arqueologia pré-histórica, que lança mão de métodos e técnicas adequadas e adaptadas a cada caso e a cada sítio arqueológico particular.

Na escala zoológica, nossa espécie caracteriza-se por uma série de mutações favoráveis, concernentes sobretudo ao binômio cérebro-mão, que possibilitaram a aquisição renovada de conhecimentos, gravados na memória individual e coletiva. O homem artesão, criador de artefatos e manipulador de materiais, ultrapassou as fronteiras zoológicas por meio de uma seqüência de ações memorizadas, somadas, computadas, retidas e reproduzidas. Um machado lascado — produto de um número infinito de reflexões materializadas em gestos precisos — reproduz um conjunto de sucessivas conquistas, desde a escolha adequada da matéria-prima até as análises iniciais em busca da superfície mais favorável a ser percutida, do ângulo a obter, da eficiência do gume a conseguir, tudo isso buscando revelar e reproduzir



fotos cedidas pela autora

Fig. 1. A foto mostra um machado lascado em arenito silicificado, cuja idade foi calculada em 4.650 anos. Encontrado no sítio Camargo, no município de Piraju (SP).

potencialidades contidas na matéria-prima em estado bruto (figura 1).

Os vestígios cerâmicos encontrados em sítios pré-históricos atestam a versatilidade do homem, tanto em relação à manufatura do objeto propriamente dito como no tocante à sua decoração: extremamente variada, ela envolve artifícios diversos para a obtenção de um efeito final de alta qualidade técnica. Assim, na confecção de vasilhas, potes, baxelas, urnas e outros objetos, o barro é

“A originalidade biológica do homem reside menos, talvez, em sua dessemelhança zoológica que no fato de ele ser homem sem ter perdido nada da continuidade com o mundo vivo.”

Leroi-Gourhan



decorado de múltiplas maneiras, que acabam por caracterizar determinadas culturas, tornando-se excelentes indicadores ou guias na identificação de padrões pré-históricos (figura 2).

Esse trabalho de reconstituição dos modos de vida a partir de vestígios milenares não é empresa fácil nem rápida: efetua-se numa marcha lenta e segura, que nunca permite conclusões imediatas e depende de um trabalho interdisciplinar. Nas palavras de Leroi-Gourhan, “o essencial é reunir os elementos que per-

mitirão interrogar o homem pré-histórico com uma pertinência progressivamente maior e saber, ao menos provisoriamente, deixar brechas no tecido das hipóteses”.

A pesquisa envolve múltiplas estratégias, determinadas de acordo com aspectos que variam de região para região. O sítio arqueológico — conjunto de vestígios atuais do que foi no passado uma instalação humana — fornece o material de base. Ele representa, para a arqueologia pré-histórica, o que o corpo humano

representa para a medicina. Do seu estudo exaustivo, da análise comparativa com outros sítios de determinada área geográfica e da interpretação dos dados é que surgem as respostas abrangentes, que, por sua vez, criam novos focos de interesse para os pesquisadores. Busca-se ligar os vestígios para formar uma visão de conjunto das estruturas que compõem o sítio, de modo a chegar a uma trama geral que torne possível compreender a instalação humana como um todo articulado e complexo.

fotos cedidas pela autora



Leroi-Gourhan desenvolveu esta linha de ação na França por várias décadas e, com as adaptações necessárias ao intemperismo tropical brasileiro, sua metodologia tem sido aplicada entre nós. A abordagem de sítios arqueológicos em amplas superfícies e a decapagem — isto é, a escavação por camadas usando pequenas pás, pincéis e outros instrumentos delicados — de determinados setores por níveis naturais, promovem a descoberta de vestígios da atividade dos nossos ancestrais e abrem a possibilidade de reconstituição das instalações humanas em sua totalidade, numa verdadeira revivescência. Esse tipo de trabalho permitiu trazer à luz várias aldeias pré-históricas no estado de São Paulo, e a mesma metodologia vem sendo aplicada, com resultados análogos, nos estados do Rio de Janeiro, do Piauí, de Goiás e de Minas Gerais.

No atual território brasileiro, habitado pelo homem muito antes da chegada do europeu, teve lugar uma vida pré-histórica cujas realizações artísticas e técnicas estão espalhadas — seja na forma de pinturas em grutas, seja na de artefatos ma-

Fig. 2. Vestígios cerâmicos de 2.500 anos de idade, encontrados no sítio Lagoa São Paulo, em Presidente Epitácio (SP).

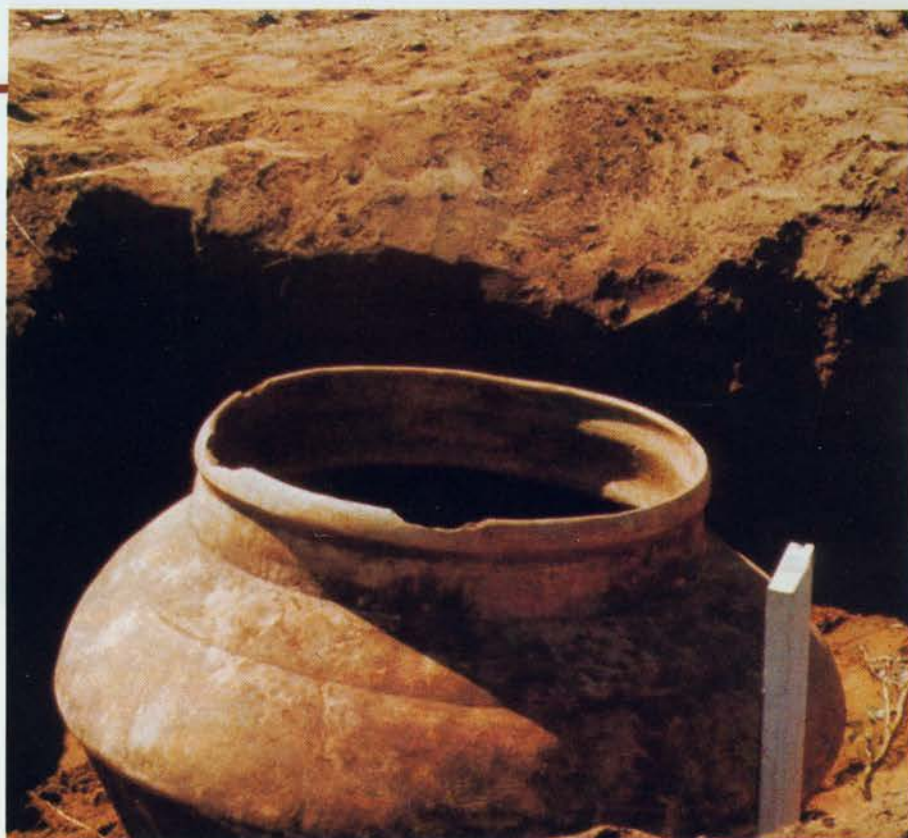


Fig. 3. Urna funerária fabricada há 1.200 anos e evidenciada através de trincheiras. Sítio Alves, Piraju (SP).

nufaturados — pelos locais onde esse homem esteve. Para reconstituir sua vida, as equipes de pesquisa estruturaram-se de forma multidisciplinar, colhendo dados de campo e buscando, com base neles, formular interpretações suficientemente seguras.

Na fase de campo, o sítio arqueológico, antes de escavado, é marcado por um desenho de forma quadriculada, tornando-se possível, através de um levantamento topográfico progressivo, reconstituir o plano da aldeia pré-histórica que ali existiu. Nele, se fazem presentes todas as estruturas que permitem a reconstituição da vida passada: vestígios de antigas cabanas, testemunhos de combustão ou urnas mortuárias, como mostra a figura 3.

Tendo em vista a visualização em ampla superfície, o sítio arqueológico é abordado mediante a escavação de longas e numerosas trincheiras, à maneira de uma dissecação. Pontos vitais da ocupação pré-histórica são assim atingidos, preparando-se o campo para um ataque mais detalhado e setorizado, visando acúmulos líticos e cerâmicos, urnas ou restos de habitações. As estratégias abrangentes, que lançam mão da decapagem de determinados setores e dos perfis correspondentes, levam à visão tridimensional do sítio arqueológico; a abordagem horizontal, por níveis naturais, complementada pela vertical, através dos perfis, proporciona uma visão de conjunto das estruturas correspondentes à ocupação humana em sua estratigrafia progressiva.

Submetido a esse tipo de trabalho, o sítio arqueológico reproduz pouco a pou-

co a instalação humana pré-histórica; as estruturas postas em evidência ganham nova vida e espelham com fidelidade o mosaico da comunidade pregressa, com detalhes de seu dia-a-dia: a feitura dos artefatos, a culinária, a eliminação dos resíduos, o procedimento com os mortos.

No Brasil, esse método foi adotado pela primeira vez em 1968, no projeto Parapanema, que cobre a faixa pré-histórica banhada pelo rio de mesmo nome, no estado de São Paulo. A pesquisa empreendida na área teve caráter multidisciplinar, cabendo à geologia, à botânica e à física a atuação mais significativa junto aos pré-historiadores.

As aldeias pré-históricas reveladas no interior de São Paulo eram habitadas por populações ceramistas que se instalavam em colinas de pequena altitude, perto de um rio ou ribeirão. A proximidade de uma fonte conveniente de matéria-prima parece ter determinado a escolha dos seus locais de habitação, já que usavam o barro para confeccionar artigos de uso cotidiano e fabricavam urnas para abrigar os mortos. Suas cabanas provavelmente eram feitas de madeirame, com cobertura vegetal, materiais perecíveis que deixam como resíduo manchas escuras no solo. São vestígios que encerram abundantes testemunhos do cotidiano da vida pré-histórica: uma escavação bem-conduzida permite a reconstituição completa do interior da cabana, assim como da disposição estrutural das várias cabanas no espaço (ver figura 4).

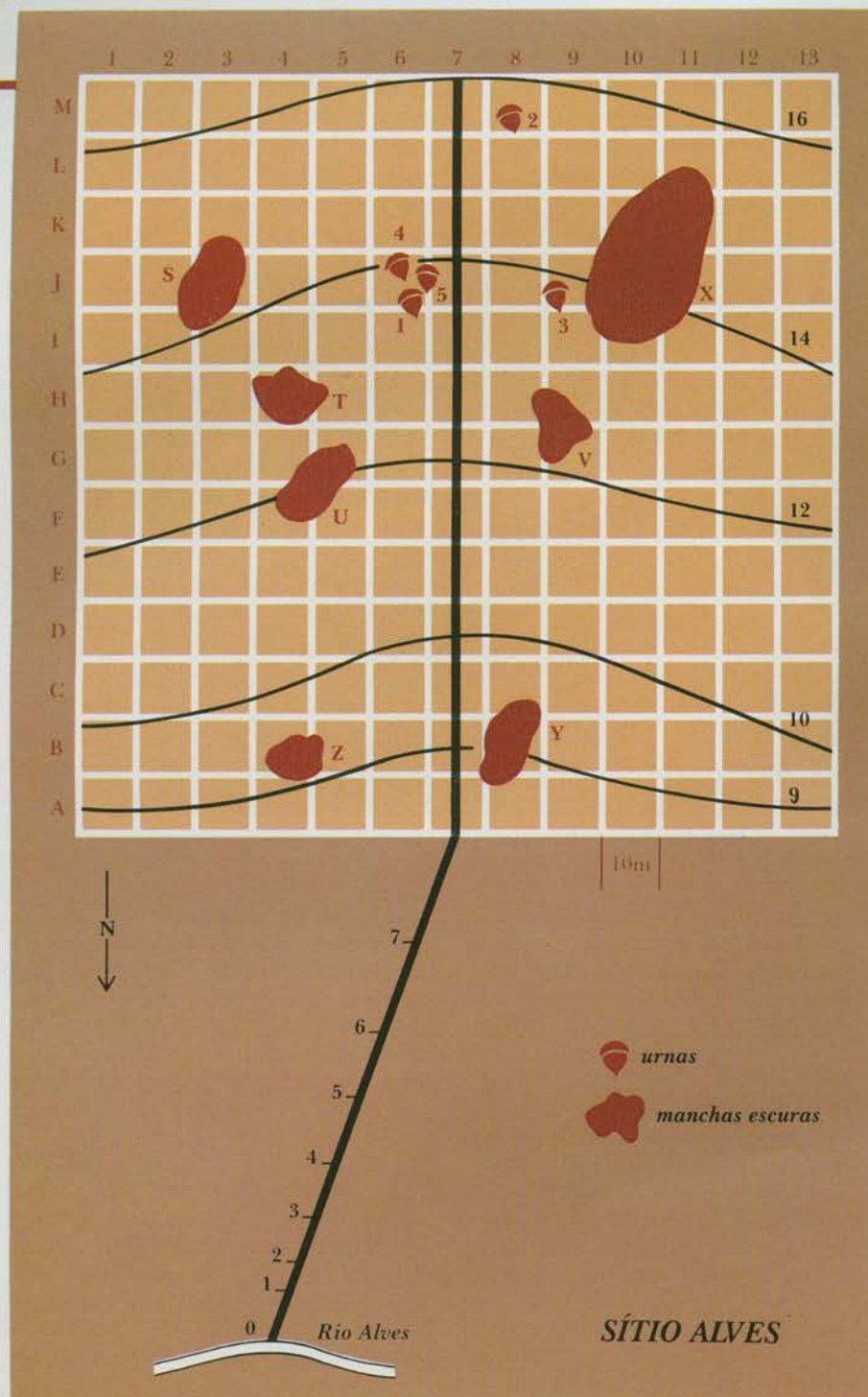


Fig. 4. Plano de uma aldeia pré-histórica de 1.020 anos de idade, localizada no sítio Alves, Piraju (SP). Mapas deste tipo reproduzem fielmente a situação dos vestígios existentes nos sítios arqueológicos. No processo de trabalho, o sítio é cercado por estacas (no caso, de dez em dez metros), ao longo de linhas perpendiculares correspondentes às direções norte-sul e leste-oeste. A malha quadriculada daí resultante permite uma reprodução precisa, em mapas, da posição de todos os vestígios. Toda a área demarcada é submetida a várias técnicas de escavação e procura, como trincheiras, perfis e decapagem. Neste exemplo, os números cuja sequência aparece em sentido vertical definem as maiores distâncias, em metros, entre cada curva de nível e o rio.

A análise do plano do sítio Alves permite conhecer a situação espacial das cabanas que formavam a aldeia, visto que as mesmas deixaram, como vestígios, manchas escuras que tingem o solo e reproduzem, em seu conjunto, o agrupamento pré-histórico de habitações. Revela ainda que os mortos eram sepultados em urnas de cerâmica, em locais aparentemente aleatórios, mas sempre nos limites da aldeia, situada neste caso, como em geral ocorria, em colina de alicive suave e nas proximidades de um ribeirão. Essa localização peculiar sugere a preferência dos homens pré-históricos por locais capazes de propiciar ampla vista ao seu redor.

O estudo da vegetação nas proximidades do sítio Alves revela que, embora constituída predominantemente por flora secundária, ela ainda contém abundantes vestígios indicadores do tipo de economia ali praticada durante o período que estudamos. O levantamento geológico das circunvizinhanças e do próprio sítio evidencia as fontes das matérias-primas utilizadas e a gênese das mesmas, permitindo elucidar os motivos da instalação humana, bem como os da escolha do material a ser trabalhado, seja a própria rocha, seja o barro da decomposição seletiva de determinados componentes mineralógicos.

O plano de uma aldeia traz em si, portanto, um sem-número de respostas e outras tantas perguntas, constituindo-se também em um ponto de partida para questões futuras e novas vias de pesquisas, visando-se chegar a uma visão global do espaço ocupado pela população pré-histórica e de sua estruturação interna.

As estruturas habitacionais evidenciadas ao longo do rio Paranapanema localizam-se em sua grande maioria sobre latossolos avermelhados, oriundos da decomposição do basalto. A análise desses terrenos, realizada por geólogos, prestou relevante colaboração ao estudo da gênese das aldeias pré-históricas e da potencialidade dos afloramentos rochosos locais no que concerne ao seu aproveitamento como matéria-prima para os artefatos manufaturados. O amplo derrame de basalto que, no Terciário, cobriu vasta extensão do território que hoje forma o sul do país — de São Paulo ao Rio Grande do Sul — provocou um metamorfismo nas faixas de arenito sedimentar ao longo dos quais se derramou. Assim, recozido, este arenito transformou-se em excelente matéria-prima para o talhe e a confecção de artefatos, como o machado mostrado na figura 1. Há cerca de sete mil anos, o homem já conhecia as propriedades desse arenito cozido, também chamado de arenito silicificado, motivo que o levou a instalar-se nas proximidades de seus afloramentos. Adquiriu então grande capacidade de manufaturar esse material, desenvolvendo com perícia e habilidade as técnicas de fabricação de machados, raspadores, furadores, pontas e outros objetos de uso cotidiano.

A botânica realizou pesquisas no intuito de identificar a vegetação secundária que só se desenvolveu após a derrubada intempestiva presumivelmente realizada pelo homem nas fases seguintes do processo histórico. A importância deste trabalho reside no fato de que as transformações havidas ao longo do tempo na cobertura vegetal produzem sempre um mascaramento do sítio pré-histórico, introduzindo em seu aspecto alterações que dão margem a graves erros de interpretação. Os estudos apontam no sentido de que as manchas de floresta tropical hoje existentes na área seriam reminiscências da vegetação que teria possibilitado ao homem pré-histórico uma economia típica de habitantes da floresta. Já o cerrado, também presente na região do projeto, não corresponde ao panorama botânico da época que tentamos pesquisar.

Quanto à física, tem sido marcante sua contribuição para a datação dos sítios arqueológicos. O método da termoluminescência — introduzido no Brasil para estudar a cerâmica encontrada nos primeiros sítios pesquisados pelo projeto Paranapanema — permitiu fixar em



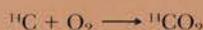
OS MÉTODOS DE DATAÇÃO

Existem na Terra três tipos (ou isótopos) de átomos de carbono: o carbono 12 (ou ^{12}C), o carbono 13 (^{13}C) e o carbono 14 (^{14}C). Esses três tipos de átomos diferem pelo número de nêutrons de seu núcleo. Enquanto o ^{12}C e o ^{13}C são estáveis, o ^{14}C tem a notável propriedade de ser radioativo, o que permite sua utilização na geocronologia.

O carbono 14 terrestre deve sua origem à interação dos nêutrons da radiação cósmica (n) com o nitrogênio atmosférico (N), segundo a reação:



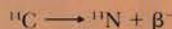
onde a captura de um nêutron pelo isótopo 14 do nitrogênio produz um átomo de ^{14}C e a ejeção de um próton p. Uma vez formado, o átomo de ^{14}C entra no ciclo normal do carbono atmosférico, combinando-se com dois átomos de oxigênio para formar gás carbônico:



É sob essa forma que o carbono — e portanto o ^{14}C , assim como o ^{12}C e o ^{13}C — penetra na biosfera, via fotossíntese. Nos tecidos vivos de uma planta, o ^{14}C é continuamente renovado pela atividade biológica, e a abundância de carbono 14 em relação ao carbono 12 é aproximadamente igual à presente na atmosfera. Nessa circunstância, há cerca de um átomo de ^{14}C para 10^{11} átomos (cem mil bilhões) de ^{12}C nas partes vivas de uma planta.

Quando morre um tecido (por exemplo, os anéis anuais de crescimento do tronco das árvores), ou toda a planta, a assimilação contínua de carbono — e portanto de ^{14}C — cessa bruscamente. Em razão de sua radioatividade, a abundância de ^{14}C no material biológico decresce rapidamente, com um período $\tau = 5.570$ anos. Isso significa que a quantidade de átomos de ^{14}C reduz-se à metade a cada período de 5.570 anos, segundo uma

lei exponencial, restituindo o nitrogênio 14 por uma desintegração de tipo β^- que libera um elétron:



Para datar uma amostra arqueológica pelo ^{14}C , deve-se portanto medir, por um lado, a radioatividade (A) do ^{14}C dessa amostra e, por outro, a radioatividade (A_0) de uma amostra atual. Dessa comparação, deduz-se a idade t da morte biológica da amostra a partir da equação que exprime o decréscimo exponencial da atividade (ou o número de desintegrações por grama e por unidade de tempo) de carbono 14:

$$A = A_0 \exp. (-\lambda t)$$

onde λ é o inverso, a menos de uma constante (k) multiplicativa, do período τ ($\lambda = k/\tau$); λ é chamado constante de desintegração.

O outro método de datação tratado no artigo baseia-se na termoluminescência (TL), isto é, a emissão de luz produzida por um

sólido isolante quando aquecido. Este fenômeno só pode ocorrer se esse sólido tiver sido previamente exposto a partículas ionizantes. Na natureza, um fluxo de partículas ionizantes α , β e γ provenientes da radioatividade natural, assim como a radiação cósmica particular, irradiam continuamente os minerais e as rochas.

Quando um objeto arqueológico, como uma cerâmica ou um artefato lítico, é aquecido num forno ou fogueira a temperaturas da ordem de 500°C , sua termoluminescência “geológica” pré-existente desaparece. Após essa passagem pelo fogo ela se reconstitui pouco a pouco, essencialmente sob a ação da radioatividade ambiente. A intensidade da termoluminescência — isto é, a altura h do pico de TL, mostrado no gráfico e mensurável em laboratório — é portanto proporcional ao tempo decorrido desde o reaquecimento arqueológico. É relativamente fácil determinar, fazendo incidir sobre o objeto raios α e β ou γ , a que dose total de irradiação D_i corresponde a altura h do pico de TL. Medindo-se o teor em elementos radioativos (urânio, tório e potássio) tanto da amostra a datar como do solo em que estava enterrada, pode-se calcular a dose anual de irradiação D_a a que o artefato foi submetido. Sua idade t é deduzida segundo a fórmula:

$$t = \frac{D_i}{D_a}$$

No Brasil, as datações por TL foram aplicadas sobretudo às cerâmicas, especialmente as da ilha de Marajó e as dos sítios do Parapanema, bem como a artefatos líticos queimados, como os do sítio Alice Boer (Rio Claro, SP).

Gérard Poupeau

Professor convidado do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).



Os sílexes queimados do sítio Alice Boer apresentam um pico de emissão de luz em torno de 300°C . A intensidade desse pico (sua altura h) é proporcional à idade do último reaquecimento numa fogueira da pré-história.

aproximadamente mil anos a idade das aldeias pré-históricas ceramistas que encontramos. Os níveis pré-históricos sub-jacentes, de caráter eminentemente lítico, foram datados por meio de outro método físico, o carbono 14, e sua idade foi fixada em uma faixa cronológica que vai de 1.500 a 7.000 anos. Da interação entre a cronologia assim estabelecida e a situação espacial, emerge o posicionamento preciso da instalação humana segundo as variáveis de tempo e espaço que a caracterizam e definem (ver “Os métodos de datação”).

Várias outras especialidades concorrem para a elucidação do panorama pré-histórico, como a zoologia, a palinologia (parte da botânica dedicada ao estudo do pólen), a antropologia bioló-

gica, a pedologia e outras, numa série em permanente expansão à medida que as pesquisas se multiplicam e se intensificam.

Como se vê, a reconstituição da vida pré-histórica é hoje o resultado de um trabalho interdisciplinar, que lança mão de recursos e técnicas adaptadas a cada caso, a cada situação regional característica. Deve formar um todo harmônico, que integre componentes coerentes, articulados e complementares. É isto o que confere à arqueologia pré-histórica seu atual caráter de disciplina múltipla, para a qual concorrem diversos especialistas, cujo trabalho combinado e convenientemente interpretado produz uma síntese capaz de reconstituir a vida dos nossos ancestrais.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- ALVES M. A., *O sítio Prado, município de Perdizes (MG)* Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 1983.
- ANDREATTA M. D., *Padrões de povoamento na pré-história de Goiás*. Tese de doutoramento, Universidade de São Paulo, 1982.
- KNEIP L. M., “O sambaqui do Forte”, *Coleção Museu Paulista. Série Arqueologia*, 2. Fundo de Pesquisas do Museu Paulista da Universidade de São Paulo, 1976.
- LEROI-GOURHAN A., “Technique et société chez l’animal et chez l’homme”, *Le fil du temps*. Paris, Librairie Arthème Frayard, 1983.
- PALLESTRINI L., “Superfícies amplas em arqueologia pré-histórica no Brasil”, *Revista de Arqueologia*, vol. 1. CNPq/Museu Paraense Emilio Goeldi, 1983.



OS CAÇADORES DO TIETÊ

foto S.B. Caldarelli

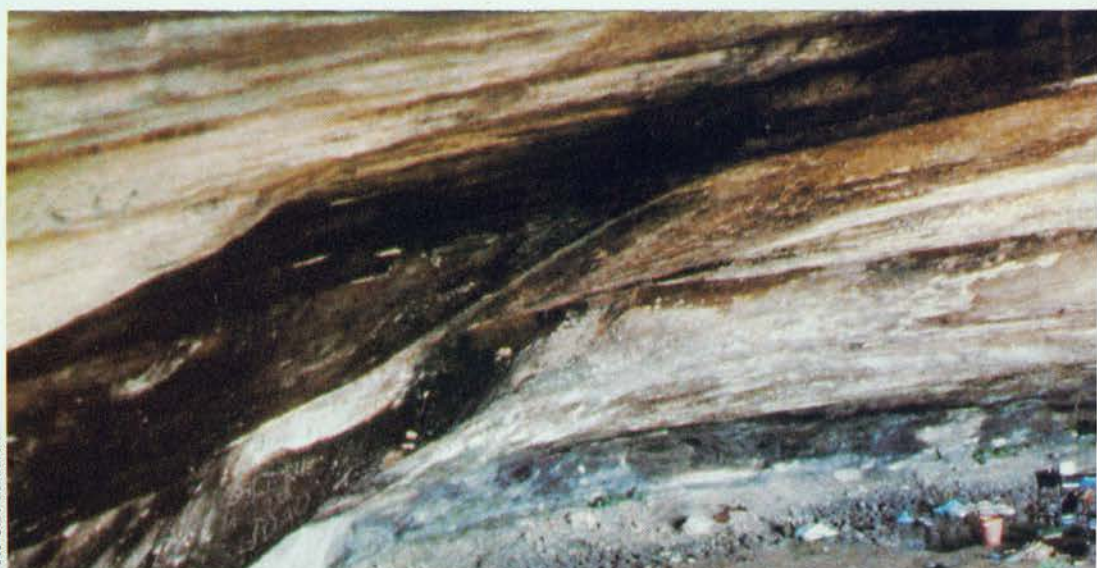


foto P.A.D. De Blasius



Vistas externa e interna do abrigo Sarandi. Situado no vale do alto rio Guareí, o abrigo foi ocupado por caçadores pré-históricos há aproximadamente 5.500 anos. As escavações arqueológicas efetuadas no local permitiram recuperar vestígios materiais resultantes das atividades dessa população.



Solange Bezerra Caldarelli

Instituto de Pré-História da USP

Entre seis e cinco mil anos atrás, uma população composta de grupos pouco numerosos, vivendo da caça, da pesca e da coleta de vegetais, ocupou uma área hoje pertencente aos municípios de Guareí, Porangaba, Cesário Lange, Pereiras e Tatuí, no estado de São Paulo. Eram grupos portadores de uma cultura material bem característica, inserida pelos pré-historiadores na tradição arqueológica

denominada Umbu, cujas manifestações mais antigas, datadas de nove a dez mil anos atrás, foram detectadas no noroeste do Uruguai e no sudoeste do Rio Grande do Sul.

A região do atual estado de São Paulo ocupada pela população pré-histórica que estudamos é bem drenada pelos tributários da margem direita do rio Parapanema e da margem esquerda do Tietê. Sua topografia é suave, apresentando formas planas ou levemente onduladas. A vegetação, atualmente representada pela floresta latifoliada tropical, pode ter sido mais aberta na época da ocupação pré-histórica. O clima hoje apresenta-se úmido, mas tudo indica a ocorrência, nos últimos milênios, de alternância entre fases úmidas e semi-áridas, de modo que essa população pré-histórica pode ter encontrado na região qualquer um dos dois, ou mesmo uma fase de transição.

O estudo arqueológico dessa área vem sendo realizado pelo Instituto de Pré-História da USP, apoiado por professores, pesquisadores e estagiários do Departamento de Geografia desta universidade, do Instituto de Botânica de São Paulo, do Departamento de Biologia da Universidade de Campinas, do Setor de Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso e do Centro Nacional de Pesquisas Científicas da França (CNRS).

Os sítios arqueológicos encontrados nos cinco anos de trabalho do Programa de Pesquisas Arqueológicas no vale médio do rio Tietê encontram-se sobre rochas dos grupos Tubarão, Passa Dois

(formações Irati e Corumbataí) e São Bento (formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral), pertencentes à bacia sedimentar do Paraná (figura 1).

Os vestígios revelam uma ocupação topograficamente diversificada, havendo ocorrência de sítios em fundos de vales e em baixas, médias e altas vertentes de colinas. Um único sítio foi encontrado em morro residual: o abrigo Sarandi, mostrado na foto ao lado, cujo tempo de ocupação por esses grupos humanos só poderá ser conhecido depois da conclusão de uma série de datações em andamento. As diferenças topográficas entre os assentamentos parecem estar associadas a problemas sazonais: os pontos altos provavelmente foram ocupados em época de chuvas, ao abrigo de inundações.

Os sítios pré-históricos — que, do ponto de vista etnográfico, correspondem a acampamentos ou aldeias — aparecem geralmente sob a forma de conjuntos de áreas, próximas entre si, onde ocorrem os vestígios. Sua visibilidade arqueológica varia, ou seja, para se tornarem evidentes, os vestígios demandam diferentes graus e tipos de atividade de pesquisa. Os complexos arqueológicos indicam um padrão disperso de estabelecimento, envolvendo diversas unidades ocupacionais funcionalmente interligadas. Estudos etnográficos parecem indicar que se trata de um padrão típico de sociedades compostas por caçadores-coletores que vivem em ambientes onde os recursos são distribuídos de maneira relativamente uniforme.

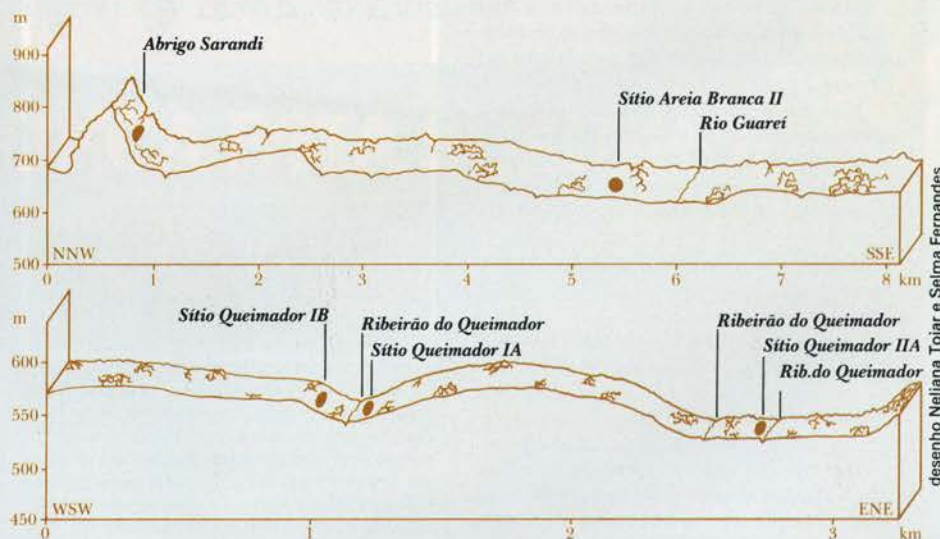


Fig. 1. Os desenhos mostram as posições topográficas de sítios já explorados pelo Programa de Pesquisas Arqueológicas dos vales médios dos rios Tietê e Pardo, iniciado em 1979. Acima estão os sítios do alto Guareí e abaixo os do Ribeirão do Queimador, todos no estado de São Paulo.



As características dos sítios e das atividades ali desenvolvidas sugerem que a população pré-histórica organizava-se, para fins de subsistência, num sistema de tipo forrageiro, caracterizado por alta mobilidade residencial e estratégias oportunísticas de obtenção de alimentos. Esses sítios arqueológicos resultantes de atividades forrageiras são pouco diversificados no que diz respeito à cultura material, e as diferenças observadas decorrem em geral de variações sazonais que, no caso da bacia do rio Tietê, não são

muito marcadas. Há dois tipos de sítios característicos da ocupação por grupos forrageiros, os *residenciais* e os *acampamentos extrativos*, mas ambos diferem entre si principalmente em relação à quantidade — e não à qualidade — dos vestígios materiais.

Alguns sítios da região parecem corresponder a estações de pesca, ou a oficinas de lascamento de peças bifaciais, muito embora os artefatos ali encontrados indiquem também a realização de outras atividades. Localizam-se em geral

a beira-rio, o que coincide com a prática comum entre os grupos indígenas brasileiros de fazerem acampamentos de caça e pesca nas margens dos rios. Podemos distinguir esses sítios dos residenciais por causa da presença, nestes últimos, de um número muito maior de artefatos, que apresentam, por sua vez, desgaste mais acentuado. Também é muito comum a existência de lascas que indicam práticas de afiamento do gume dos artefatos (ver "Artefatos e atividades").

ARTEFATOS E ATIVIDADES

Com base nos produtos remanescentes, mostrados no quadro, conseguimos reconstituir até agora as seguintes atividades dos grupos humanos pré-históricos que habitaram os sítios arqueológicos do vale do Tietê:

a) *procura de matéria-prima*. O sílex era a principal matéria-prima utilizada pela população pré-histórica. Sua procura não devia demandar muito tempo, já que ele é abundante em toda a região onde ocorrem as formações Irati e Corumbataí. Embora se utilizassem as várias formas do sílex (blocos, nódulos ou seixos), a confecção de pontas bifaciais era feita preferencialmente com pequenos nódulos achatados, pois os blocos apresentam em geral muitas rachaduras.

b) *lascamento da pedra*. Tanto nos sítios-acampamentos como nos residenciais, houve intensa atividade de lascamento. Os produtos assim obtidos eram utilizados às vezes em estado bruto, com aproveitamento de seu gume natural, e às vezes eram retocados e transformados em instrumentos com formas definidas. Eram conhecidas as técnicas de lascamento que usam percussão ou pressão.

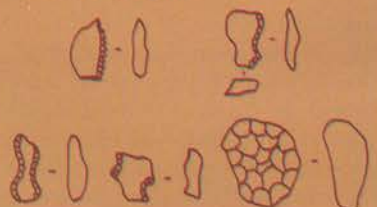
c) *preparo de peles*. Um raspador convexo, observado por S. Beyries em microscópio metalográfico da Universidade de Nanterre (França), apresentou microsiniais de raspagem de osso num bordo, e de madeira no outro.

d) *preparo de alimentos*. A abundância, em todos os sítios, de pedras com marcas de queima sugere sua utilização como "fogões" para assar os alimentos (pelo menos, carnes e raízes). Aliás, este mesmo método é comum entre diversos grupos indígenas do Brasil. Por outro lado, o fogo, elemento essencial no preparo da comida, no aquecimento e na iluminação, parece ter desempenhado papel de extrema importância na vida da população pré-histórica da região, pois o número de vestígios de combustão encontrados em todos os sítios foi muito expressivo.

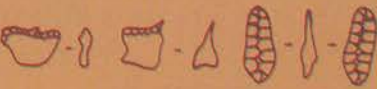
Caça e pesca



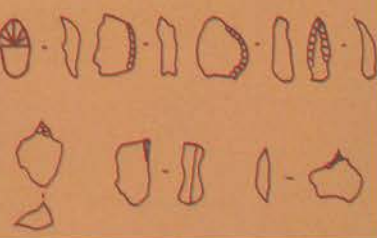
Produção e conservação de outros artefatos



Preparação de alimentos



Usos domésticos diversos



O quadro acima classifica por funções, deduzidas hipoteticamente, os artefatos líticos produzidos pela população pré-histórica que estudamos. A classificação proposta baseou-se em dados etnográficos e experimentais que mostram haver correspondência entre certos tipos de gumes e determinadas funções. Apenas o estudo, ainda em fase inicial, dos microtraços deixados pelo uso poderá confirmar essas hipóteses.

e) *coleta de vegetais*. Há indícios seguros de coleta de coquinhos (encontrados em grande quantidade no abrigo Sarandi) e de galhos de árvores. Estes serviam para a feitura de fogueiras e, provavelmente, para montar cabanas nos sítios situados em campo aberto. Toda sociedade humana constrói algum tipo de habitação, por mais simples que seja. No caso que estudamos, as paredes devem ter sido erguidas com material perecível, pois não deixaram traços.

f) *pesca*. A ocorrência de pontas de projétil serrilhadas, em geral em sítios a beira-rio, permite pensar na pesca como uma das atividades dessas populações.

g) *caça*. Pontas de projétil foram encontradas em praticamente todos os sítios da região, o que coloca a caça como uma das atividades dessa população e sugere uma divisão de trabalho por sexo, já que as observações etnográficas demonstram que, tradicionalmente, esta é uma ocupação masculina. Seu papel na luta pela sobrevivência deve ter sido secundário em relação ao da coleta, como geralmente ocorre nas regiões tropicais e subtropicais. No entanto, seu papel social deve ter sido expressivo, pois as pontas de projétil encontradas são de confecção esmerada, pressupondo um trabalho lento e cuidadoso por parte do artesão. A fabricação do projétil compreendia três fases: o desbastamento do nódulo de sílex por meio de um percutor de pedra, a delimitação da forma do artefato com auxílio de um percutor de chifre, osso ou madeira e o acabamento final da peça, feito por pressão. Tais cuidados contrastam com a simplicidade dos demais artefatos, cuja feitura não demanda mais do que alguns minutos, como pode-se constatar experimentalmente.

A fabricação de pontas de projétil e a caça demandavam um aprendizado que devia fazer parte das atividades fundamentais da educação masculina, e a habilidade nesses domínios era provavelmente fator de prestígio para o indivíduo, bem como elemento importante na estrutura social.



(1) e (2) pontas de projétil serrilhadas, feitas de sílex; (3) e (4) pontas de projétil com pedúnculo contraído e aletas, feitas de sílex; (5) raspador convergente feito de sílex; (6) raspador convergente feito de arenito silicificado; (7) e (8) raspadores terminais convexos carenados, feitos de sílex; (9) e (10) raspadores estrangulados, feitos de sílex

A distribuição espacial dos vestígios nos sítios arqueológicos indica que as atividades domésticas eram executadas individualmente e sem local preferencial. Os diversos trabalhos eram realizados simultaneamente. Todas essas conclusões reforçam as observações etnoarqueológicas de J. Yellen, no sentido de que nas sociedades dotadas de tecnologia relativamente simples — onde o indivíduo produz primariamente para si e seus familiares mais próximos — grande número de atividades distintas pode ocorrer simultaneamente num mesmo contexto sócio-espacial.

Embora ainda não tenha sido possível estimar com precisão o número de moradores dos sítios residenciais, é possível afirmar que o abrigo Sarandi pode ter sido habitado por cerca de 30 pessoas. Essa hipótese também é compatível com outras observações relativas a grupos forrageiros, que indicam um limite normalmente não superior a 50 indivíduos, já que populações maiores ficam com sua mobilidade limitada e tendem a consumir rapidamente os recursos locais. Por isso mesmo, é comum a existência, em áreas vizinhas, de diferentes grupos ou bandos forrageiros lingüística e culturalmente aparentados, o que possibilita alianças matrimoniais.

Os numerosos sítios e complexos arqueológicos observados na área pesquisada devem, portanto, corresponder a assentamentos de alguns bandos pequenos, portadores de uma mesma tradição cultural e socialmente inter-relacionados, descrição que se enquadra inclusive nos padrões observados em populações caçadoras-coletoras atuais.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BINFORD L., *Working at Archaeology*. Nova Iorque, Academic Press, 1983.
- CALDARELLI S.B., *Lições da pedra: aspectos da ocupação pré-histórica do vale médio do rio Tietê*. Tese de doutoramento apresentada na USP, 1983.
- CALDARELLI S.B., "O abrigo Sarandi, São Paulo: uma tentativa de reconstrução paleoetnográfica", *Revista de Pré-História*, vol. 6, Instituto de Pré-História da USP, 1984.
- COON C.S., *The hunting peoples*, Nova Iorque, Penguin Books, 1977.
- LEE R.B. e DEVORE I. (orgs.). *Man the hunter*, Chicago, Aldine Publishing Co., 1968.
- SCHMITZ P.I., *Caçadores e coletores da pré-história do Brasil*. São Leopoldo (RS), Instituto Anchieta de Pesquisas/Unisinos, 1984.

PLATAFORMAS DE PETRÓLEO

O CÁLCULO

DAS ONDAS

Sérgio Adeodato colaborador de *Ciência Hoje*

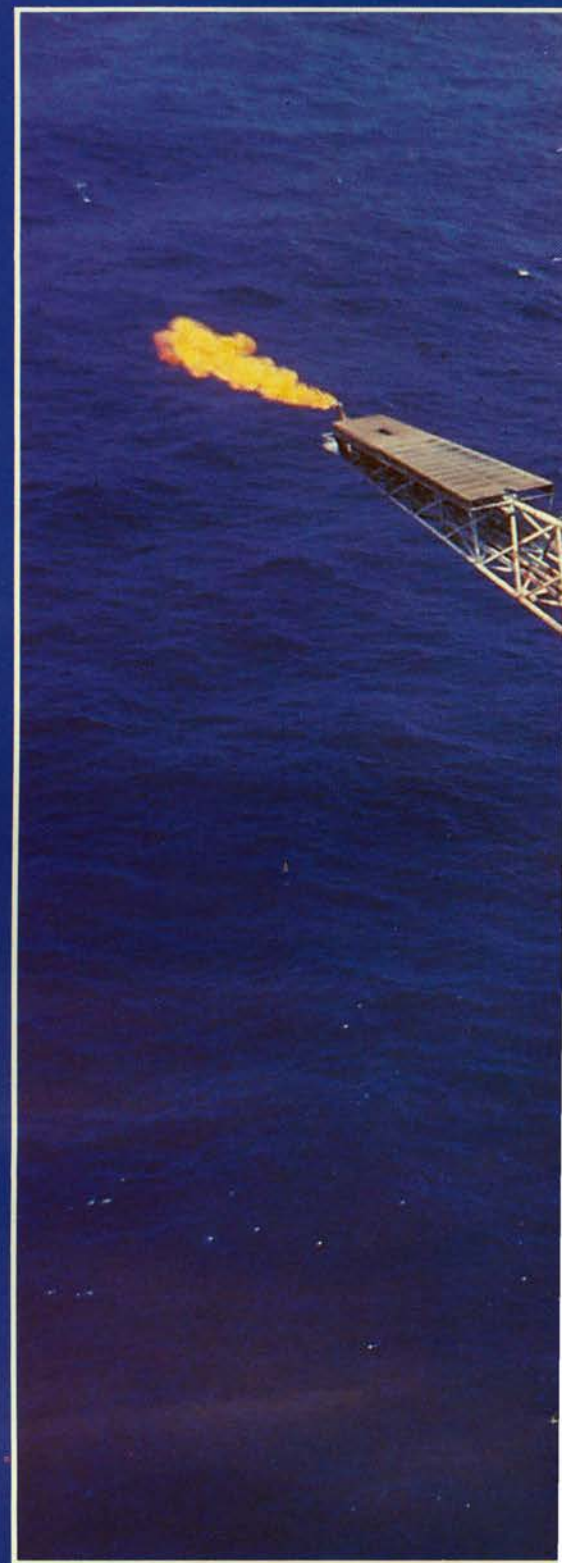
A extração de petróleo no subsolo dos oceanos coloca problemas novos para a engenharia brasileira, pois as plataformas ficam submetidas a cargas — provenientes do movimento incessante do mar — dinâmicas, aleatórias e muito irregulares. Mas o domínio dessa tecnologia é cada vez mais necessário, inclusive para que possamos explorar a gigantesca jazida recentemente descoberta pela Petrobrás na bacia de Campos. Atualmente, empresa e universidade se associam nesse trabalho.

E se o prédio desabasse? — pergunta alguém, debruçado na janela do 35.º andar de um moderno edifício. Nele, ressaltam o brilho dos vidros, a harmonia das linhas, o acabamento, a decoração, o conforto. Escondida pela alvenaria, a estrutura passa despercebida, a menos que nos ocorra o perigo de a construção vir abaixo. Numa plataforma *offshore* de extração de petróleo, ao contrário, é a própria estrutura que se destaca. Mergulhada no oceano em áreas que às vezes atingem profundidades de centenas de metros, ninguém duvida de que suas juntas devem ser resistentes e de que o lançamento e a cravação no solo precisam ser minuciosamente calculados. É que as ondas do mar, as correntes, os ventos e as cargas do convés forçam o esqueleto dessas plataformas, podendo, ao longo do tempo, causar sérios problemas e comprometer tanto a produção de petróleo como a vida dos que ali trabalham.

Por sua complexidade e os múltiplos estudos que envolve, o projeto de uma estrutura *offshore* implica gastos eleva-

dos. Feito o levantamento do campo e marcado o local exato da fixação por meio de uma bóia de espera — após o reconhecimento das condições do piso submarino e da intensidade das ondas, ventos e correntes —, o tipo de plataforma e seu projeto estrutural começam a ser pensados pelos engenheiros. Passam a ser projetados a disposição dos elementos no convés (facilidades industriais, instrumentais, mecânicas e de eletricidade) e as formas de transporte do petróleo e do gás até a refinaria. Pronto o cálculo estrutural, a plataforma é montada num estaleiro e depois transportada para o mar. Esse trabalho demanda uma tecnologia especial que garanta a segurança e a precisão dos cálculos, com a rapidez exigida pela necessidade de aumentar a produção nacional de petróleo.

Até pouco tempo atrás, só as empresas estrangeiras estavam aptas a levar a cabo o projeto estrutural de uma plataforma desse tipo. Mas, progressivamente, o Brasil tem realizado avanços significativos no domínio da tecnologia necessária para tal trabalho. Assim, recentemente,



no projeto estrutural das plataformas do Pólo Nordeste — em construção na bacia de Campos (RJ), com 80 a 100 metros de profundidade — o país economizou, ao prescindir da importação de tecnologia, quatro milhões de dólares. A partir de março de 1988 essas plataformas destinadas a águas profundas — as primeiras deste tipo com projetos totalmente nacionais — deverão produzir cem mil barris por dia.

Essa atividade tem mais uma característica inovadora: além de engenheiros, técnicos e recursos da Petrobrás, en-



foto cedida pela Petrobrás

volve cerca de 50 professores, pesquisadores e técnicos da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, cujos laboratórios de engenharia civil e naval abrigam os modelos reduzidos das plataformas e os aparelhos utilizados nas provas de carga. Ali estão também vários instrumentos de medição, como o ondômetro e o acelerômetro, que observam a ação das ondas do mar sobre as plataformas *offshore*, além de computadores especializados, que transformam os dados obtidos por esses

instrumentos em gráficos que são utilizados nas análises do comportamento das estruturas.

O desenvolvimento, pela universidade, de programas computacionais aplicados à engenharia *offshore* é especialmente significativo nesse contexto. Voltados para a solução de problemas relativos à fadiga estrutural e às análises estática e dinâmica (esta última incorpora nos cálculos a ação das ondas), eles já permitiram à Petrobrás equacionar situações críticas. Quando a empresa solicitou a consultoria da Coppe — informa o pro-

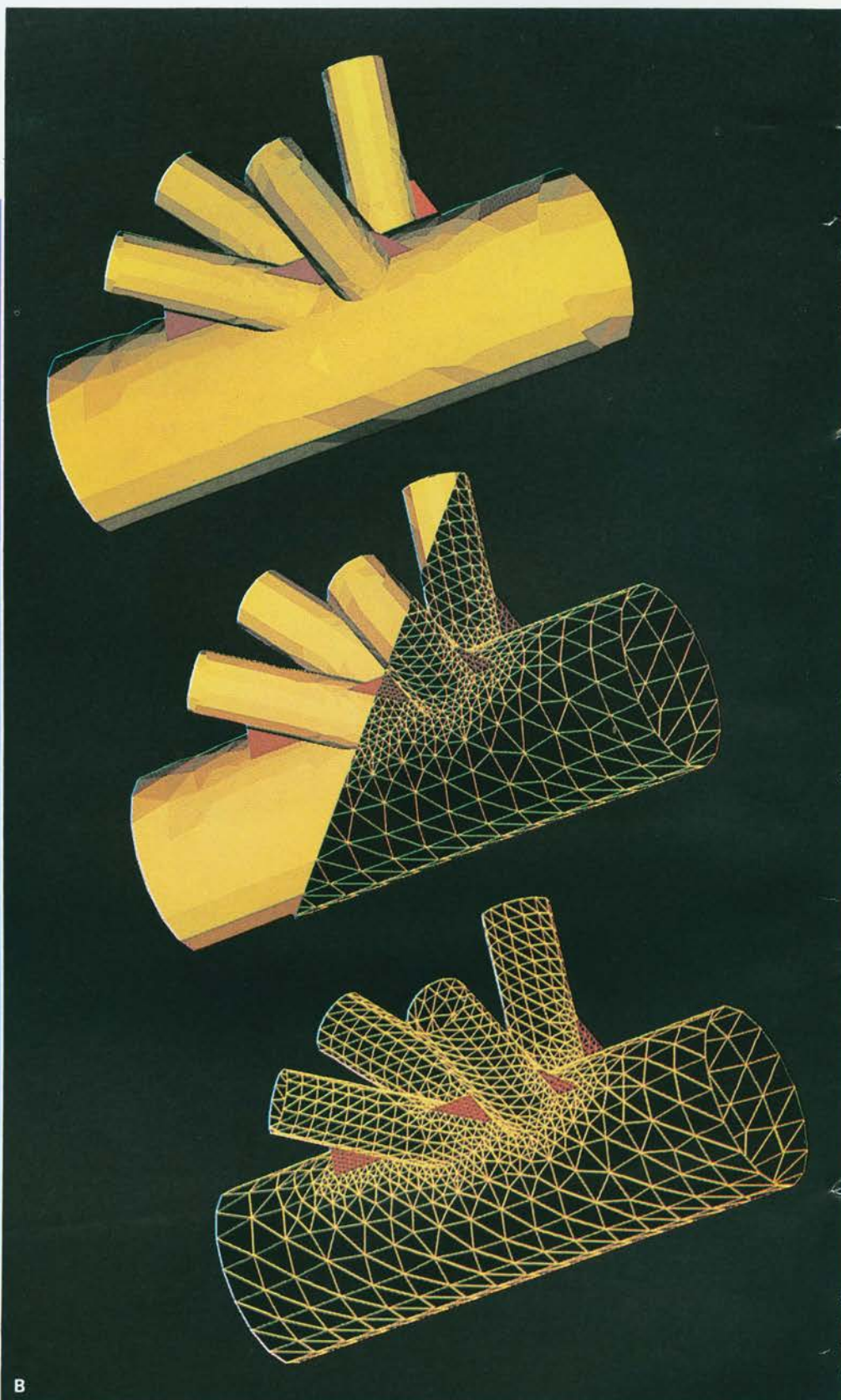
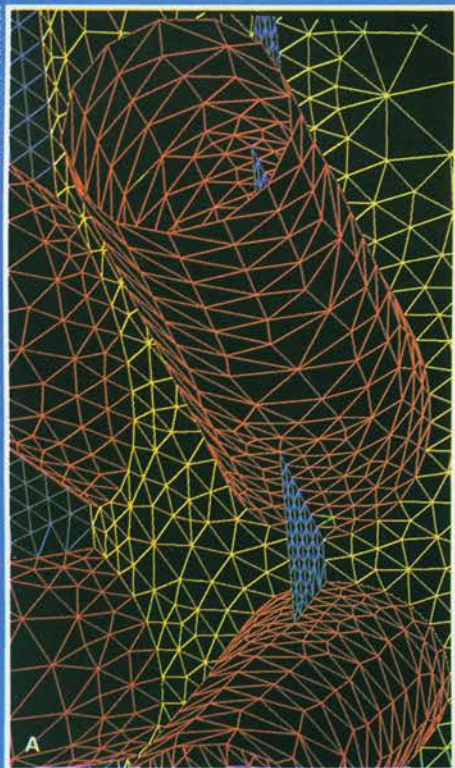
fessor Lobo Carneiro, coordenador do contrato com a Petrobrás —, a universidade já estava bastante adiantada no campo da tecnologia computacional para estruturas. No início dos cursos de pós-graduação em engenharia civil, em 1970, os pesquisadores da Coppe ainda não dispunham dos laboratórios de estruturas e de mecânica dos solos, o que os levou a dar ênfase aos programas de computação para análise estrutural com o emprego do método dos elementos finitos (ver "Resistência última e fadiga do material").

RESISTÊNCIA ÚLTIMA E FADIGA DO MATERIAL

Nem sempre a ruína de uma estrutura decorre de uma ação muito intensa, capaz de vencer de uma só vez sua resistência (ou "resistência última", na linguagem dos engenheiros). Tal efeito pode resultar da repetição, por centenas de milhares ou milhões de vezes, de ações menores, que se sucedem com grande frequência. Neste último caso, diz-se que a estrutura se rompe por fadiga.

Uma estrutura *offshore*, por exemplo, é projetada para resistir, com razoável margem de segurança, a uma grande onda, chamada "onda centenária", que ocorre em média uma vez a cada cem anos. Mesmo assim, ela pode ser destruída pela ação, milhões de vezes repetida, de pequenas ondas, em virtude da acumulação de danos por ela provocados em certos pontos críticos, onde são máximos os esforços internos, chama-

fotos Renato Camodo



Peças e juntas de uma plataforma *offshore* são subdivididas idealmente em "elementos finitos" triangulares, para efeito de análises sobre concentração de tensões. As fotografias foram obtidas de uma saída gráfica do sistema Adep, que permite verificar com facilidade a existência de possíveis erros na alimentação do computador com os dados geométricos da estrutura. Os elementos triangulares, meramente hipotéticos, tornam-se menores em torno dos pontos em que a concentração de tensões é maior, conformando assim uma malha mais fina que permite maior detalhamento dos cálculos. Os resultados exigem a solução de grandes sistemas, com 5.000 a 15.000 equações. A foto A mostra uma ampliação, desde outro ângulo, das juntas que compõem a peça estudada na sequência B. Nos chamados "relatórios de computador" são impressos os esforços internos que incidem sobre todos os elementos, condição necessária para a verificação da segurança e do tempo de vida útil da estrutura, ameaçada pela fadiga.

dos tensões. Essas concentrações de tensões são muito localizadas; situam-se em geral nas juntas soldadas e nas bordas de furos ou aberturas existentes em certas partes da estrutura. Para detectá-las, realizam-se análises especiais, muito mais refinadas que a análise geral da estrutura e comparáveis à ampliação de pequenas áreas de uma fotografia para que certos detalhes apareçam com mais nitidez.

A análise geral da estrutura é realizada pelo método dos elementos finitos. Ela é subdividida idealmente em pequenos elementos, ligados entre si por nós fictícios, cujo comportamento conjunto recebe expressão matemática através de grandes sistemas de milhares de equações simultâneas. Como se vê nas fotografias, nas regiões que cercam os pontos críticos adota-se uma subdivisão mais fina, com malhas de elementos muito menores que no resto da estrutura.

No mar do Norte, a onda centenária a que nos referimos acima tem a altura total de 30 metros (15 metros acima do nível do mar, e 15 abaixo). No Brasil, essa "onda projeto" — como também é chamada — tem altura total menor, de 15 metros, e período de 12 segundos. Um dos casos analisados pela Coppe para a Petrobrás foi o de uma torre de processamento submarina com 130 metros de altura, na qual a onda projeto originária no ponto mais desfavorável uma tensão perfeitamente admissível. No entanto, a ação de pequenas ondas, com alturas totais de um a 2,5 metros e períodos de três a cinco segundos, apesar de dar origem naquele mesmo ponto a tensões de cerca de 1/5 do valor anterior, seria capaz de causar a ruína da estrutura após três milhões de ciclos, segundo as curvas de fadiga da sociedade classificadora norueguesa Det Norske Veritas. Ora, de acordo com os dados estatísticos recolhidos no local, essas pequenas ondas ocorrem quase um milhão de vezes por ano, o que reduz a vida útil da estrutura para três a quatro anos. Essa análise explicou a causa de um gravíssimo acidente ocorrido na baía de Campos. Aplicada a outra estrutura provisória, determinou sua desativação antecipada, evitando-se assim novo desastre.

Fernando Lobo Carneiro
professor da Coppe - UFRJ

Na mesma época, crescia no país a pressão sobre a Petrobrás no sentido de que o Brasil adquirisse maior independência em relação ao petróleo estrangeiro. Surgiu então a necessidade de buscar óleo no subsolo do mar, com importação da tecnologia necessária. Nesse meio-tempo, ainda sem contrato com a Petrobrás, a Coppe começou a elaborar programas computacionais para o cálculo de estruturas *offshore*. Pouco a pouco — relata o professor Lobo Carneiro — foi emergindo uma tecnologia nacional numa área até então estranha à engenharia brasileira. As estruturas *offshore* são muito complexas e ficam submetidas a cargas de diferentes espécies — dinâmicas, aleatórias e muito irregulares — provenientes da ação das ondas. Sua construção demanda um cálculo semelhante ao necessário para erguer uma estrutura resistente a terremotos, o que torna ainda mais necessário o uso dos recursos de cálculo propiciados pela computação.

Finalmente a colaboração entre a empresa e a universidade tornou-se mais efetiva, e a Coppe passou a realizar provas de carga de recepção, testando as plataformas auto-elevatórias que a Petrobrás utiliza para perfuração. Essas plataformas flutuam como um navio e, quando chegam ao local de instalação, suas pernas são empurradas para baixo e o convés é elevado acima do nível do

mar. O teste é feito com a suspensão de 300 toneladas no local onde fica a torre de perfuração da plataforma (*cantilever*). Foram testadas duas plataformas auto-elevatórias ao largo de Angra dos Reis (RJ) e duas no meio da baía de Guanabara (figura 1).

Na mesma época, por encomenda da Petrobrás, fabricavam-se no Brasil as sete plataformas hoje fixadas na bacia de Campos. A Coppe propôs-se a instrumentalizar essas estruturas com ondômetros e acelerômetros, que mediriam simultaneamente o movimento do mar e a vibração da plataforma. Aceita a proposta, a Coppe foi requisitada para fazer medições em Garoupa e Namorado, na bacia de Campos. A experiência foi bem-sucedida, ficando evidenciada a suficiência do centro de processamento de sinais do Programa de Engenharia Oceânica da Coppe, que está equipado com três pequenos computadores especializados na análise das medições efetuadas pelo ondômetro e os acelerômetros instalados na plataforma. Eles fornecem, sob forma de gráfico, um espectro do movimento das ondas e das vibrações da estrutura, o que permite rápida interpretação dos dados relativos à integridade da plataforma quando submetida à ação dos diversos tipos de onda. O instrumental matemático utilizado é a análise de Fourier, que permite decompor o registro de um

fotos cedidas pela Petrobrás



Fig. 1. Fundeadas nas baías de Angra dos Reis e da Guanabara, quatro plataformas auto-elevatórias (*jack-up*) fabricadas no Brasil receberam a suspensão de 300 toneladas-força pelo guincho da torre de perfuração. As partes móveis do convés da plataforma são chamadas *cantilever*. A torre pode ser deslocada para fora do convés em duas direções, o que torna possível a perfuração de certo número de poços adicionais sem que a plataforma mude de lugar. As peças da estrutura que têm o principal papel na sustentação do *cantilever* foram instrumentadas com extensômetros elétricos de resistência e clinômetros, que possibilitam a medição de deformações durante o levantamento da carga. Ali foi avaliado também o maior período natural de vibração das plataformas no mar.

“estado de mar” — fenômeno formado por uma teia muito complexa de movimentos — numa série de ondas regulares cuja soma reproduz a movimentação das águas (ver “A análise de Fourier”).

Em 1978, a possibilidade de atuação conjunta com a Petrobrás e o aumento das perspectivas de se encontrar petróleo na costa brasileira levaram a universidade a expandir suas atividades no setor. No ano seguinte, a Petrobrás contratou formalmente a experiência da Coppe em programas de computação para análise estrutural. O sistema escolhido foi o Ices Strudl-II, desenvolvido no Instituto Tecnológico de Massachusetts (EUA) e utilizado na Coppe desde 1978, quando o professor Agustín Ferrante iniciou a elaboração de programas para estruturas *offshore*. Assim, o trabalho desenvolvido no âmbito da UFRJ não é o projeto da plataforma, mas a análise dos esforços da estrutura, posteriormente detalhada pelos engenheiros da própria Petrobrás, autores dos projetos.

Já somam 33 as plataformas fixas projetadas com base nas análises feitas pela Coppe a partir dos programas computacionais. Estão instaladas em águas de dez a 48 metros de profundidade, no litoral do Nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe), no sul da Bahia e no Espírito Santo. Com a mesma tecnologia, foram verificadas outras 16 plataformas em operação no Nordeste, além das sete já instaladas na bacia de Campos, entre 111 e 170 metros de profundidade. Os resultados dos programas estão sendo agora aplicados ao projeto das sete plataformas fixas do Pólo Nordeste e ao de uma plataforma que será construída em Angola.

Para alcançarem esse nível de eficiência, os modelos computacionais atravessaram várias fases desde o início do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na UFRJ. Utilizando o método dos elementos finitos, fez-se inicialmente a análise estática dos esforços sobre a estrutura, admitindo que o comportamento físico dos materiais é linear. Mas a relação entre tensões e deformações dos materiais é, na verdade, representada por uma curva, o que exigiu a elaboração de programas não-lineares. Como não ocorrem no Brasil terremotos significativos, a análise dinâmica não era utilizada até então por nossa engenharia. Foi a perspectiva de instalação de plataformas no mar que levou ao estudo dos efeitos dinâmicos em estruturas que vibram.

A ANÁLISE DE FOURIER

As estruturas marítimas *offshore* devem ser capazes de resistir com segurança a ações de natureza diversa. Além das cargas que atuam em seu convés, há aquelas derivadas dos fatores ambientais, como correntes marítimas, ventos, efeitos térmicos específicos e ondas. Tratando-se de estruturas muito altas e quase totalmente submersas, o efeito destas últimas é preponderante.

As ondas exercem sobre as estruturas forças de caráter cíclico e sentidos alternados, cujos efeitos podem ampliar-se consideravelmente quando há coincidência ou proximidade entre seus períodos e os períodos naturais de vibração das estruturas. Ocorre então o fenômeno da ressonância, que pode ser melhor compreendido através de um exemplo muito simples: se empurrarmos uma criança sentada num balanço de tal forma que o intervalo entre cada movimento nosso seja idêntico ao tempo que o balanço leva para ir e voltar até onde estamos (ou seja, se houver coincidência entre os períodos dos nossos movimentos e do movimento de oscilação) ele absorverá a energia que lhe transmitimos, aumentando o ângulo máximo de suas oscilações. No caso da estrutura *offshore*, isso precisa ser evitado, por motivos óbvios. A análise estática não leva em conta essa amplificação do movimento, tornando-se necessário portanto lançar mão de métodos de análise dinâmica. Mas não é só. Além disso, as ações ambientais têm caráter aleatório, devendo ser tratadas por meio de métodos estatísticos. Daí resulta que, nesses casos, a análise dinâmica aleatória é mais próxima da realidade do que a determinística.

Essa última metodologia, no entanto, também é usada em certos cálculos, pois um “estado de mar” — cuja duração é em geral de algumas horas — apresenta certa regularidade estatística, sendo por isso considerado um processo aleatório estacionário. Em muitos casos, isso permite substituir a agitação do mar por uma onda monocromática de período conhecido, que pode ser, conforme a situação, a chamada “onda significativa” (com altura igual à média das alturas das ondas consideradas altas na área) ou a “onda máxima”, cuja altura situa-se entre 1,6 e

duas vezes em relação à da anterior. A primeira é adotada para o caso de análise de fadiga, e a segunda nas análises de resistência última. Em ambas, torna-se possível o uso da análise dinâmica determinística.

A análise dinâmica aleatória lança mão da chamada análise de Fourier para estudar o registro do movimento vertical da superfície do mar em função do tempo. Tal metodologia conduz à determinação de um espectro que descreve o “estado de mar” não mais em função do tempo, mas da frequência das ondas em que este pode ser decomposto.

Em sua *Teoria analítica do calor*, publicada em 1822, Fourier introduziu na física matemática a utilização das séries que levam seu nome e concebeu uma integral também batizada da mesma forma. O método teve considerável impacto teórico no desenvolvimento da matemática, mas sua aplicação prática permaneceu limitada por exigir cálculos extremamente laboriosos, que podiam consumir semanas ou até meses de trabalho. Com o advento do computador digital, a utilização das séries e da integral de Fourier tornou-se rotineira, adquirindo excepcional importância na solução de problemas técnicos e científicos de natureza variada.

As séries de Fourier permitem representar um fenômeno natural de caráter periódico pela soma de uma infinidade de curvas de tipo senóide, cujas frequências são múltiplos inteiros da frequência fundamental, com diferentes amplitudes e ângulos de fase. Essa decomposição é semelhante à que fazemos com o som de um instrumento musical: ao som fundamental se associam os harmônicos superiores, que caracterizam seu timbre. Representando as amplitudes num gráfico por meio de retas perpendiculares a um eixo em que são marcadas as frequências, obtém-se um espectro descontínuo, constituído por “raias”. A função que representa o fenômeno tem no tempo uma de suas variáveis; se em vez do tempo passarmos a trabalhar com a frequência como variável, formamos nova função, que substitui a anterior e exprime as amplitudes dos termos da série de Fourier.

A análise dinâmica que se fez inicialmente era simples, pois concebia a onda do mar como monocromática (com cristas e vales bem-definidos, regularidade e periodicidade conhecida). Na realidade, contudo, o movimento do mar é bastante irregular, resultante da superposição de uma infinidade de ondas com frequências e amplitudes diferentes. A ação dessas ondas sobre todos os pontos da plataforma e a resposta que induz em cada um deles só podem ser verificadas através da análise dinâmica aleatória.

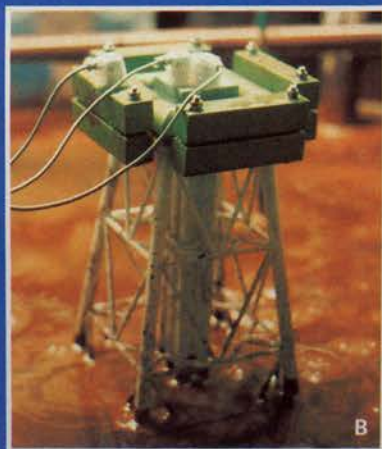
O desenvolvimento da cooperação técnica entre a Petrobrás e a UFRJ levou ao estudo de modelos reduzidos de plataformas. Eles reproduzem em laboratório, em escala, a forma da estrutura e os fenômenos que incidem sobre ela. O objetivo é identificar o comportamento da estrutura quando da ruptura de algum dos seus componentes, trabalho bem mais complexo do que se pode imaginar à primeira vista. Sabe-se há muito tempo que estruturas geometricamente semelhantes não mantêm o mesmo comportamento diante de uma variação de escalas, o que exige o respeito a uma série de pré-condições para que os ensaios em laboratório tenham validade (ver "O modelo e o real: as condições de semelhança"). Os problemas implicados nesses ensaios foram inclusive objeto de uma tese de doutoramento, concluída durante os trabalhos.

O MODELO E O REAL: AS CONDIÇÕES

É muito antiga a constatação de que estruturas que apresentam comportamento satisfatório em determinada escala podem fracassar completamente quando reconstruídas em escala maior, embora sejam mantidas todas as proporções geométricas de seus componentes. A capacidade de resistência a cargas adicionais sofre uma redução proporcional muito significativa, havendo na história da engenharia diversos exemplos de construções que desabaram sob a ação do seu próprio peso. Por séculos a fio, as dimensões das estruturas foram estabelecidas de maneira empírica, e os contínuos acidentes ocorridos em construções que tentavam ultrapassar os limites ou a altura usuais levaram os arquitetos antigos a introduzir reforços suplementares cada vez que aumentavam a escala de seus trabalhos. Em certa época, chegou-se a pensar inclusive que para cada tipo de estrutura havia uma certa "capacidade limite", ideia reforçada pelo desabamento, durante a Idade Média, da nave da catedral de Beauvais, na França. A partir de então, ficou estabelecida a existência de um "limite de altura" que não podia ser ultrapassado impunemente.

A superação desse mito e a solução científica do mistério nele envolvido são obras de Galileu. Entre 1633 e 1637, prisioneiro da Inquisição, ele mostrou em seu último livro, *Discursos e demonstrações matemáticas sobre duas ciências novas*, que quando todas as dimensões de uma viga são multiplicadas por um mesmo fator — ficando portanto assegurada a semelhança geométrica da construção — as forças de resistência interior, resultantes dos esforços do material, crescem proporcionalmente ao quadrado desse fator, enquanto as forças resultantes da ação da gravidade crescem proporcionalmente ao cubo. Em linguagem moderna, isso significa que a simples similitude geométrica não implica, neste caso, similitude física. Por isso, o protótipo grande fica relativamente mais fraco do que seu modelo reduzido, podendo inclusive romper-se só com a ação do próprio peso. Vem daí o que Galileu chamou de "debilidade dos gigantes", isto é, o mau comportamento das estruturas geometricamente semelhantes a outras, executadas em maior escala e com o mesmo material.

O trabalho com modelos reduzidos pressupõe, portanto, o conhecimento e aplicação de uma série de pré-condições capazes de garantir que o comportamento dos materiais em laboratório será repetido pelas estruturas reais. No caso de uma plataforma *offshore*, o problema é especialmente complicado, pois elas atingem alturas imensas (às vezes na casa das centenas de metros) e ficam quase totalmente submersas, vibrando sob a ação das ondas. Já vimos que se o período fundamental de vibração da estrutura estiver próximo ao período de formação da onda predominante num certo "estado de mar", a estrutura se rompe por causa da ressonância. Vamos conhecer melhor essa ideia.



O modelo reduzido de plataforma *offshore* construído na Coppe mede cerca de um metro e meio de altura (A). Na foto B aparece apenas sua parte superior, já que ele está parcialmente imerso em uma suspensão de minério de ferro (cuja massa específica é maior do que a da água). Os instrumentos em seu convés são microacelerômetros, que o forçam a vibrar, reproduzindo movimentos provocados pelo mar nas plataformas reais. Numa das experiências, provoca-se propositalmente uma ruptura (ou retira-se uma peça importante) para verificar o comportamento da frequência de oscilação do modelo e assim prever o que aconteceria em casos semelhantes com a estrutura em sua escala verdadeira. A pesquisa com modelos reduzidos foi tese de doutorado na Coppe, defendida pelo engenheiro Ney Roitman.

S DE SEMELHANÇA

A frequência de oscilação de um pêndulo varia com a raiz quadrada da escala escolhida. Ou seja: se dividirmos por quatro a extensão de um pêndulo e mantivermos inalterados os demais fatores, seu período de oscilação será apenas duas vezes menor; dito de outra forma, sua frequência será duas vezes maior. Entretanto, se estivermos trabalhando com uma lâmina vibrante, a relação não será mais com a raiz quadrada da escala, mas com a própria escala: uma lâmina quatro vezes menor terá uma frequência quatro vezes maior. Assim, reduções de escala num pêndulo e numa lâmina produzem resultados diferentes nos movimentos de oscilação de cada um. No caso de uma plataforma *offshore*, as ondas funcionam como o pêndulo (pois seu período é comandado pela gravidade) enquanto a estrutura — presa no fundo do mar — é como uma lâmina que vibra, sob a ação da elasticidade do material.

Por tudo isso, a simples semelhança geométrica não garante que o comportamento do modelo e o da plataforma sejam correspondentes. É necessário preencher as seis condições de semelhança física que decorrem da análise dimensional e são expressas nos chamados "números π ". Para obedecer a essas condições, foi construído na Coppe um modelo de plataforma, mostrado na foto A, com 151 centímetros de altura. Feito em tubos de plásticos preenchidos parcialmente com mercúrio, suas paredes têm espessura em escala diferente da escala geométrica usada nos outros parâmetros. Através desse tipo de mecanismo, o modelo consegue reproduzir as relações entre as frequências das ondas e as frequências naturais da estrutura real.

A foto B mostra o mesmo modelo, submetido a ensaios. No laboratório, ele é forçado a vibrar ao ar livre, em água e em líquidos com massa específica superior à da água, com o objetivo de determinar ou verificar certos parâmetros físicos, graças ao isolamento de diversos fatores determinantes do comportamento estrutural.

Fernando Lobo Carneiro

foto cedida pela Petrobrás



Fig. 2. O transporte de uma plataforma fixa desde seu local de construção (no caso, Salvador) até o ponto onde será instalada (bacia de Campos) envolve problemas de estabilidade, analisados pelo sistema computacional Inpla.

Entre os serviços de rotina solicitados pela Petrobrás à Coppe estão os programas para a análise da fadiga, incluído no sistema de computador chamado Adep. Trata-se do estudo da vida útil da plataforma, que possibilita a previsão da ruptura da estrutura, causada por uma tensão em princípio tolerável, mas que oferece risco ao se repetir milhões de vezes. No projeto de uma plataforma, o fenômeno da fadiga é decisivo, constituindo uma questão de segurança. Foi, aliás, numa situação de emergência que a Petrobrás solicitou esse tipo de trabalho à Coppe: uma torre de produção antecipada (sistema que produz óleo antes da instalação da plataforma definitiva, para apressar o aproveitamento da jazida descoberta) se romperia a 140 metros de profundidade, na bacia de Campos, ocasionando um grave acidente cujas causas ainda eram obscuras. Pela análise dos dados estatísticos referentes à ocorrência de ondas de várias alturas, a Coppe concluiu ter havido falha no projeto de uma empresa norte-americana: os cálculos de fadiga do material mostraram que a torre só poderia mesmo aguentar de três anos e meio a quatro anos a ação continuada das ondas. Como havia outra torre semelhante em funcionamento no local, a Coppe foi chamada para uma análise preventiva que apontou uma vida útil total de seis ou sete anos para sua estrutura, o que levou a Petrobrás a evitar novo acidente, com a desativação antecipada do sistema. Segundo o noticiário de imprensa da época, a empresa norte-americana concordou em pagar multa de 35 milhões de dólares como indeniza-

ção, depois de confrontada com as análises dos cientistas brasileiros. Problemas análogos são freqüentes em plataformas auto-elevatórias (móveis), que são rebocadas para os estaleiros a fim de refazer soldas já fissuradas, retornando depois à produção.

Outro sistema de linguagem computacional, o Inpla, é utilizado no processo de transporte e lançamento da plataforma. Como mostra a figura 2, ela é transportada horizontalmente. No local pré-determinado, é lançada para atingir o fundo do mar, em posição vertical, com o auxílio de tanques de flutuação e de uma barça guindaste. Ali, a estrutura é fincada por meio de estacas. A partir de então, está pronta para receber os equipamentos de perfuração e para a instalação do convés, passando a sustentar todo o material necessário à produção do óleo. Conseguir essa verticalização, no entanto, é um problema de difícil solução. O computador calcula primeiro as condições de equilíbrio estático da estrutura lançada, sem considerar a ação das ondas. São levadas em conta nesse momento o peso da jaqueta (estrutura), as forças hidrostáticas e a força aplicada nos cabos de içamento. Mas o programa tem que prever também a verticalização em condições dinâmicas. Por isso, estuda a ação de um trem de ondas sobre o movimento da barça e da jaqueta num determinado instante. O transporte da estrutura é analisado por um sistema que determina o deslocamento, a velocidade e a aceleração do conjunto barça-jaqueta (ver "As linguagens computacionais orientadas").

AS LINGUAGENS COMPUTACIONAIS ORIENTADAS

Foi no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA) que nasceu a idéia de criação, na área de informática, de "linguagens orientadas ao problema", isto é, acopladas a um sistema computacional inserido em determinada área de atividade e implementadas com ênfase na facilidade de sua utilização por parte dos usuários. Primeiro, surgiram as linguagens Cobo e Stress, depois a Ices Strudl, especializada na análise e projetos de estruturas. Dessa linhagem, surgiram as famílias de linguagem Adep e Inpla, orientadas para problemas na área de engenharia *offshore*.

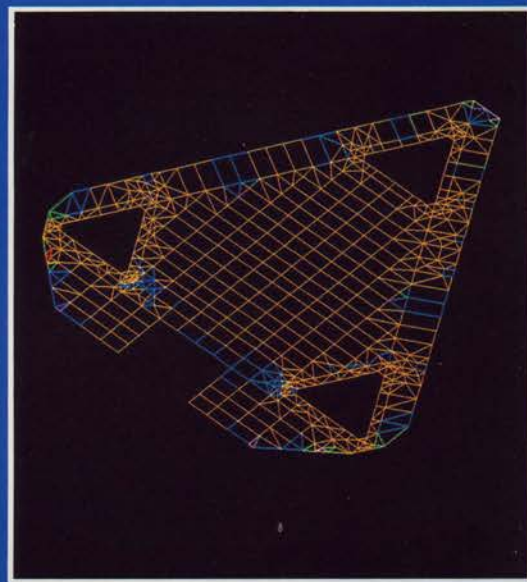
A filosofia que deu origem a estas últimas linguagens começou a ser aplicada no Brasil em 1973, no curso de pós-graduação em engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Surgiu então o sistema Lorane (Linguagem Orientada para Análise Estrutural), desenvolvido posteriormente na Coppe-UFRJ, com a implementação das linguagens Lorane-Dina (para análise dinâmica) e Lorane-NL (para análise não-linear). A experiência acumulada pela Coppe na implementação e utilização de linguagens orientadas para solução de problemas na área de engenharia foi fundamental para a

A saída gráfica do sistema Inpla mostra os resultados de uma simulação do transporte e lançamento de uma plataforma fixa. A operação de lançamento é uma das mais delicadas, envolvendo grandes riscos. Por isso, além das simulações, é necessário um controle por computador das diversas fases do ato de lançamento.

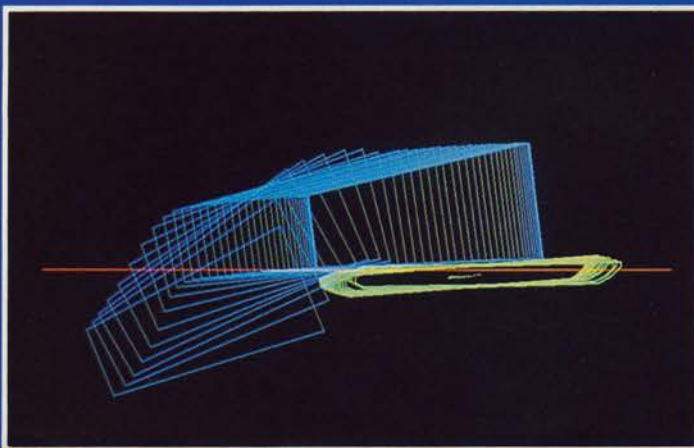
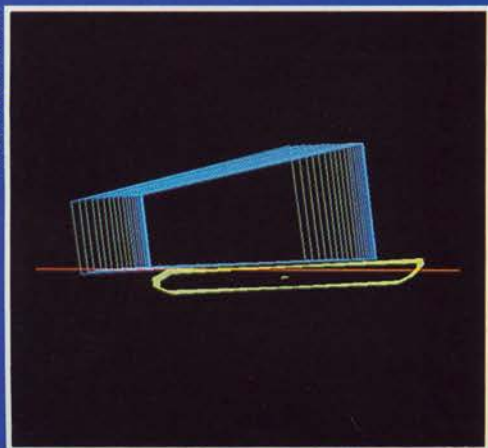
viabilização do convênio com a Petrobrás, que tinha como um de seus objetivos básicos a adaptação da linguagem Ices Strudl (de características gerais) para problemas específicos de engenharia *offshore* enfrentados no Brasil. O sucesso inicial permitiu intensificar os trabalhos, levando à implementação dos sistemas Adep e Inpla.

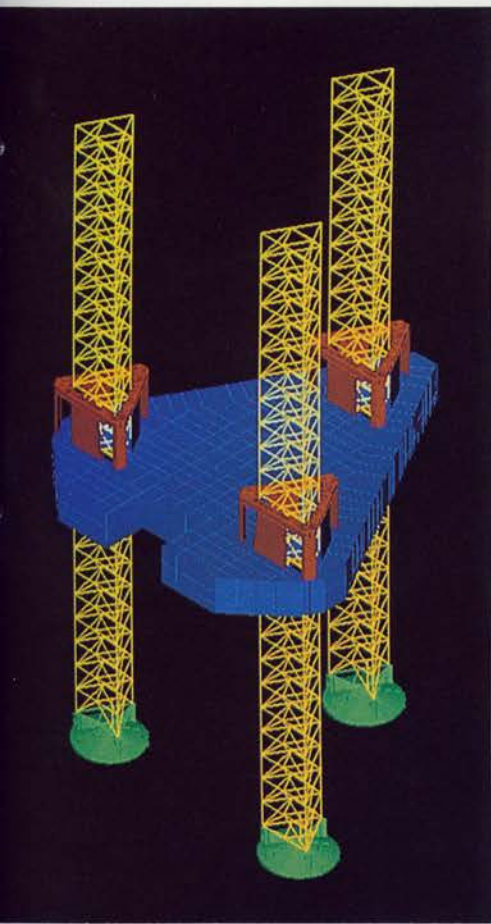
O sistema Adep, voltado para análise e projeto estrutural, possui os seguintes subsistemas: Endes (definição dos dados das estruturas *offshore*, incluindo geração automática), Adam (tratamento de dados oceanográficos e avaliação da ações ambientais para corpos esbeltos e maciços), Anpe (análise estática linear e não-linear, estudo da interação solo-estrutura e aplicação de códigos e projetos), Dinat (análise dinâmica no domínio do tempo, incluindo técnicas de superposição modal e integração direta), Dinaf (análise dinâmica no domínio da frequência, incluindo vibrações livres e resposta em frequência), Dinal (resposta dinâmica de vibrações aleatórias), Fades (avaliação de fadiga estrutural, considerando dados dinâmicos determinísticos ou estocásticos), Grafic (técnicas de computação gráfica e de projeto assistido por computador para estruturas *offshore*) e Ancab (análise de estruturas fixadas por cabos, incluindo o cabo de torres estaçadas, plataformas de pernas atirantadas e monobóias).

O sistema Inpla também constitui uma família de linguagens orientadas. Seu objeto de estudo são os progressos na instalação de plataformas, sendo



composto pelos seguintes subsistemas: Dabos (dados básicos e operações com modelos simplificados), Alan (simulação de lançamento de jaquetas, incluindo técnicas simplificadas ou rigorosas), Atran (análise de transportes de jaquetas, usando teorias bi e tridimensionais), Hidro (simulação de flutuação e estabilidade), Avert (análise de verticalização de jaquetas, utilizando técnicas simplificadas ou rigorosas), Amov (análise de movimentos de corpos flutuantes, livres ou fixados por cabos) e Craves (análise de cravação de estacas através da utilização de diversos modelos matemáticos, com consideração de vários tipos de solos e martelos, e comportamento linear ou elastoplástico para as estacas).



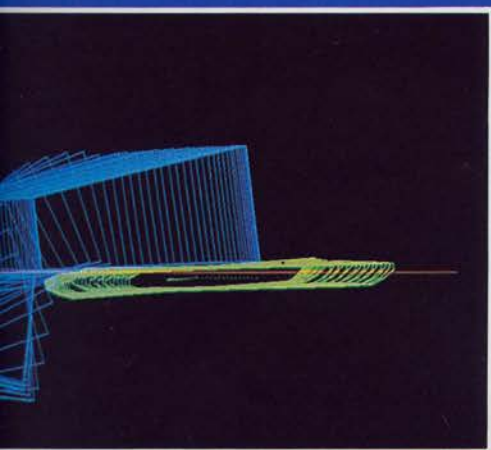


fotos Renato Comodo

Saída gráfica de uma plataforma móvel do tipo auto-elevatória, analisada pelo sistema Adep. A plataforma compõe-se de um convés e de três pernas, que aparecem na foto acima. Na outra, o computador faz uma idealização do convés em elementos finitos, necessária, entre outras coisas, para a análise de fadiga.

Os sistemas Adep e Inpla, que já foram utilizados para projetar ou verificar 62 plataformas *offshore* no Brasil e uma na África, estão preparados para enfrentar os problemas de engenharia decorrentes da operação em águas muito profundas, novo desafio a ser enfrentado agora pela Petrobrás.

Agustín Ferrante
professor da Coppe-UFRJ



Mas, mesmo cravada com a segurança e a rapidez que o cálculo por computadores permite, a plataforma não está livre do risco de romper-se. Além da ação das correntes marítimas e das ondas, os elementos químicos presentes na água do mar interagem com o material da jaqueta, podendo enfraquecê-lo. Para estudar e prevenir esse tipo de problema, recorre-se ao sistema Procat, que analisa em computadores a proteção catódica da estrutura, assegurada por blocos de liga de alumínio que interferem nos processos eletroquímicos responsáveis pela corrosão (figura 3).

Em fevereiro deste ano, na bacia de Campos, a Petrobrás encontrou um imenso campo de petróleo, com estoque provavelmente superior à soma de todas as reservas localizadas anteriormente no país e com produtividade elevadíssima: os primeiros testes indicaram a possibilidade de produzir ali 15.000 barris (de 159 litros) por dia em um só poço. Há, no entanto, um grave problema: essa gigantesca jazida se situa numa região em que a profundidade do mar varia entre 800 e 1.000 metros, o que coloca na ordem do dia um verdadeiro desafio tecnológico: como produzir petróleo em condições tão difíceis? Como chegar lá, se o homem não suporta mergulhar a uma profundidade superior a 360 metros? Como realizar os cálculos, que se tornam mais complicados com o aumento da profundidade? Como enfrentar os maiores riscos que esse trabalho acarretará?

Problema semelhante, embora em lâminas d'água menos profundas (600 metros), também está sendo enfrentado no golfo do México. Em nosso país, a Petrobrás já destinou verbas para que os pesquisadores da Coppe — em conjunto com os do seu próprio centro de pesquisas e desenvolvimento, o Cenpes — enfrentem o desafio e tentem no futuro levar a automação ao fundo do mar. Diversas soluções estão sendo estudadas, a começar pela adaptação, para águas muito profundas, de equipamentos já utilizados em águas com profundidade de 200 a 300 metros: plataformas semi-submersíveis estaiadas, navios-sonda com "plug", plataformas com "pernas tracionadas" (*tension legs*). Cogita-se também de soluções mistas, como a de uma plataforma fixa totalmente submersa combinada com uma semi-submersível.

Mais recentemente duas empresas francesas especializadas no aproveita-

fotos cedidas pela Petrobrás



Fig. 3. Blocos de liga de alumínio utilizados como "anodos de sacrifício" para a proteção catódica de plataformas *offshore*. Esses anodos são desgastados pela corrosão, preservando parcial ou completamente as peças de aço da estrutura. O sistema computacional Procat utiliza o método dos elementos de contorno para a análise da eficiência da proteção.

mento de recursos naturais dos oceanos sugeriram duas novas concepções de estruturas complacentes (*compliant*), mostradas na figura 4. São torres muito esbeltas, que, sob a ação das ondas, apresentam oscilações relativamente grandes, porém lentas, reduzindo-se assim os esforços internos causados pela ação das ondas. Funcionam como o caniço da fábula de La Fontaine: curvando-se, o caniço resiste bem a fortíssimos ventos, capazes de derrubar o sólido e orgulhoso carvalho. Para que essa solução seja viável, é necessário que o período de oscilação da estrutura seja muito superior ao

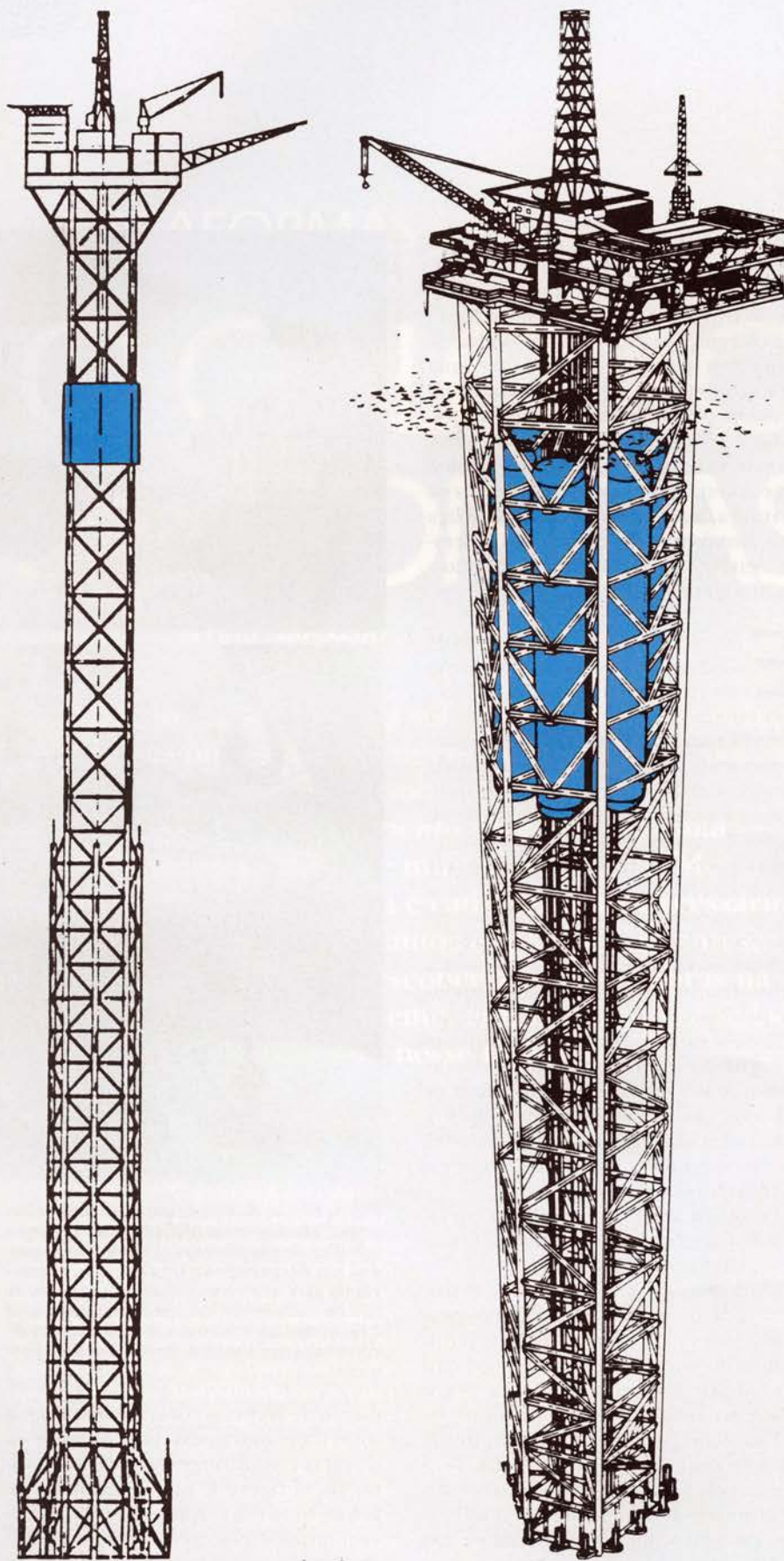


Fig. 4. Dois tipos de torres complacentes foram sugeridas por empresas francesas à Petrobrás para a exploração da jazida gigante descoberta em águas muito profundas (800 a mil metros) da bacia de Campos. A *gamma tower* é articulada na base e possui grandes bóias metálicas submersas na parte superior, funcionando por isso como um “pêndulo invertido”. A torre *roseau* (“caniço”) é muito flexível, engastada na base e dotada de uma grande massa próxima ao topo, cuja finalidade é aumentar seu período natural de vibração, de modo a evitar a ressonância. A Petrobrás integra um grupo de empresas e organizações petrolíferas que está pesquisando soluções para a exploração de óleo em águas muito profundas. A Coppe participa deste trabalho através de ensaios com modelos reduzidos das estruturas complacentes e da inclusão de novos módulos nos sistemas Adep e Inpla, adaptados para esse estudo.

Coordenadores dos grupos de trabalho envolvidos no contrato Petrobrás-UFRJ

Coordenação geral:
Fernando Lobo Carneiro

Sistema Adep:
Nelson Ebecken e Edison Prates de Lima

Sistema Inpla:
Sérgio Sphaier

Sistema Procat:
José Cláudio Telles e Luiz Carlos Wrobel

Instrumentação de plataformas:
Tiago Piedras Lopes

Modelos reduzidos:
Ronaldo Batista

Provas de cargas de plataforma:
Lídia Domingues Sehata e Yosiaki Nagato

das grandes ondas, a fim de evitar-se a ressonância que daria impulso cada vez maior ao movimento pendular, terminando por inviabilizar a plataforma. É esse o motivo pelo qual tal tipo de projeto só tem aplicação justamente em águas muito profundas. O Brasil poderá ser pioneiro no desenvolvimento e aplicação dessa tecnologia, pois até o momento a plataforma mais profunda do mundo está fixada a pouco mais de 300 metros de profundidade, no golfo do México, ao largo do Texas (EUA).

A renovação do contrato entre a Petrobrás e a Coppe permitirá ainda o estudo do setor de plataformas de concreto, também chamadas “de gravidade” porque repousam no solo, cravadas com estacas. Sua utilização exigirá um conhecimento mais detalhado do solo submarino. No mar do Norte, onde a engenharia *offshore* é muito desenvolvida, metade das plataformas é de concreto, mas no Brasil quase todas são de aço. Essa opção, por algum tempo justificada por causa da maior rapidez do trabalho com o aço, merece ser reavaliada — como observa o professor Lobo Carneiro — uma vez que nossa produção deste último material não é tão grande e somos, em contrapartida, o país do concreto armado.



SUGESTÕES PARA LEITURA

First International Conference on Behavior of Offshore Structures. Trondheim, Norwegian Institute of Technology, 1976.

Offshore structures (Proceedings of the International Symposium on Offshore Structures held at Coppe-UFRJ, October 1979). Londres, Pentech Press, 1980.

Offshore engineering (Proceedings of the 3th International Symposium on Offshore Engineering held at Coppe-UFRJ, September 1981). Londres, Pentech Press, 1982.

Offshore engineering (Proceedings of the 4th International Symposium on Offshore Engineering held at Coppe-UFRJ, September 1983). Londres, Pentech Press, 1984.



É BOM TER CHEQUE ESPECIAL BANESPA.

Quem tem Cheque Especial Banespa nunca está sozinho, mesmo em situações muito especiais. É bom ter Cheque Especial Banespa. Tanto para quem emite, como para quem recebe.

VOCÊ NUNCA ESTÁ SOZINHO.



banespa

Total apoio à comunidade

A ILUSTRE FAMÍLIA



HORTICULTURA BRASILEIRA

Revista semestral da Sociedade de Olericultura do Brasil. Editor: Francisco J.B. Reifschneider. Assinatura: 2 ORTNs. Endereço: Caixa Postal: 070990, CEP 70359, Brasília, DF, telefone: (061) 556-5011.



REVISTA BRASILEIRA DE BIOLOGIA

Publicação trimestral da Academia Brasileira de Ciências. Editor: José Galizia Tundisi. Assinatura anual: Cr\$ 50.000. Endereço: Rua Anílofio de Carvalho, 29, 3.º andar, Caixa Postal: 229, CEP 20000, Rio de Janeiro, RJ, telefones: (021) 220-4794/220-5794.



CIÊNCIA E CULTURA

Publicação mensal da Diretoria e do Conselho da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Diretor: José Reis. Assinatura anual: Cr\$ 45.000 e US\$ 55 (exterior). Endereço: Rua Pedroso de Moraes, 1512 — Pinheiros, CEP 05420, São Paulo, SP, telefone: (011) 212-0740.



REVISTA DE MICROBIOLOGIA

Publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Microbiologia. Diretor Executivo: João Salvador Furtado. Assinatura anual: 2 ORTNs. Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 1374, Cidade Universitária, USP, CEP 05508, São Paulo, SP, telefone: (011) 813-9647.



REVISTA BRASILEIRA DE ESTUDOS DE POPULAÇÃO

Publicação semestral da Associação Brasileira de Estudos Populacionais. Editor: Neide Lopes Patarra. Assinatura anual: Cr\$ 12.000. Endereço: Núcleo de Estudos de População Unicamp, Caixa Postal 1170, CEP 13100, Campinas, SP, telefone: (0192) 39-4000.



REVISTA BRASILEIRA DE GENÉTICA

Publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Genética. Editor: Francisco A. Moura Duarte. Assinatura anual: Cr\$ 25.000. Endereço: Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, CEP 14100, Ribeirão Preto, SP, telefone: (016) 634-6035.



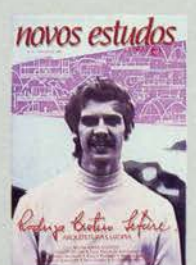
DADOS

Revista de Ciências Sociais, publicação quadrimestral do Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro. Editores: Wanderley Guilherme dos Santos e Charles Pessanha. Assinatura: até 30 07 85 — Cr\$ 57.500 (individual) e Cr\$ 148.000 (institucional); após 30 07 85 — Cr\$ 68.500 (individual) e Cr\$ 176.000 (institucional). Endereço: Editora Campus Ltda. — Rua Barão de Itapagipe, 55, CEP 20261 — Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 284-8443.



ANAI DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS

Publicação trimestral da Academia Brasileira de Ciências. Editor: Hiss Martins Ferreira. Assinatura anual: Cr\$ 55.000. Endereço: Rua Anílofio de Carvalho, 29 — 3.º andar, Caixa Postal 229, CEP 20000, Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 220-4794/220-5794.



NOVOS ESTUDOS CEBRAP

Publicação trimestral do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap). Editor: Francisco de Oliveira. Assinatura anual: Cr\$ 52.000. Endereço: Editora Brasileira de Ciência — Rua Morgado de Mateus, 615, CEP 04015 — São Paulo, SP, telefone: (011) 544-4699.



CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA

Publicação trimestral da Escola Nacional de Saúde Pública — Fiocruz RJ. Editores: Frederico Simões Barbosa e Luiz Fernando Ferreira. Assinatura: 1 ORTN. Endereço: Redação dos Cadernos de Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Rua Leopoldo Bulhões, 1480, 1.º andar, CEP 21041, Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 280-8787.



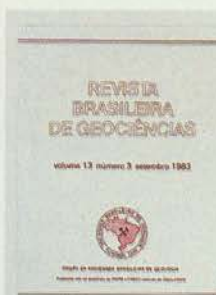
BOLETIM FBCN

Publicação anual da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. Presidente: Ibsen de Gusmão Câmara. Assinatura anual: Cr\$ 24.000. Endereço: Rua Miranda Valverde, 103, CEP 22281, Rio de Janeiro, RJ. Tels.: (021) 286-2296 e 266-5008.



SELLOWIA

Anais botânicos do Herbario "Barbosa Rodrigues", revista sul-brasileira de botânica. Editor: Raulino Reitz. Endereço: Avenida Marcos Konder, 800 — CEP 88300, Itajaí, SC, telefone: (0482) 23-1399.



REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS

Publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Geologia. Editor: Celso Dal Ré Carneiro. Assinatura: 2 ORTNs (sócios efetivos e colaboradores) e 0,8 ORTN (sócios estudantes). Endereço: Caixa Postal: 20897, CEP 01498, São Paulo, SP, telefone: (011) 212-6166.



REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO

Publicação quadrimestral da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Editor: A.C. Moniz. Assinatura anual: Cr\$ 35.000 (até 30 07 85) e Cr\$ 70.000 (a partir de 30 07 85). Endereço: Caixa Postal 28, CEP 13100, Campinas, SP, telefone: (0192) 31-5422 — ramal 170.



ANAI DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA

Publicação anual da Associação Brasileira de Química. Editor: Walter B. Mors. Assinatura anual: Cr\$ 70.000. Endereço: Caixa Postal 550, CEP 20000, Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 262-1837.



REVISTA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Publicação semestral da Sociedade Brasileira de Matemática. Editor: Alcileia A.H. de Mello. Distribuição gratuita para professores de Matemática do curso secundário, mediante solicitação. Endereço: IME-USP, Cidade Universitária, Caixa Postal 20.570, CEP 01498, São Paulo, SP, telefones (011) 813-7561, 813.8164 ramal 224.



BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LINGÜÍSTICA

Publicação semestral da Associação Brasileira de Linguística. Secretário: Rodolfo Ilari. Distribuição grátis para os associados. Endereço: Caixa Postal 6045, CEP 13100, Campinas, SP, telefone: (0192) 39-1301 — ramal: 2573.

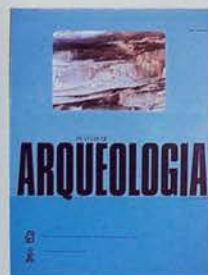


BOLETIM DA SOCIEDADE ASTRONÔMICA BRASILEIRA

Publicação trimestral da Sociedade Astronômica Brasileira. Editor: Augusto Daménil Neto. Assinatura anual: Cr\$ 30.000 (não enviar vale postal ou ordem de pagamento). Endereço: Caixa Postal 30.627, CEP 01051, São Paulo, SP, telefone: (011) 275-3720.

Aproveite esta bela reunião de família para assinar

A DA CIÊNCIA HOJE.



REVISTA DE ARQUEOLOGIA

Publicação semestral do Museu Paraense Emílio Goeldi. Editor: Elba Moraes Rego Toth. Assinatura: Cr\$ 30.000. Endereço: Av. Magalhães Barata, 376, Caixa Postal 399, CEP 66000, Belém, Pará, telefone (091) 226-7226.



MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL

Publicação quadrimestral da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. Editor: Carlos A. de Moura. Assinatura nacional: Cr\$ 154.000 (individual) e Cr\$ 256.000 (institucional). Assinatura para exterior: US\$ 47 (individual) e US\$ 76 (institucional). Endereço: Rua Barão de Itapagipe, 56 — Caixa Postal 13.007, CEP 20262, Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 541-2132



REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISAS MÉDICAS E BIOLÓGICAS

Publicação trimestral da Associação Brasileira de Divulgação Científica (ABDC). Editores: E.M. Krieger, L.I. Greene e S.H. Ferreira. Assinatura anual: Cr\$ 50.000. Endereço: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, CEP 14100, Ribeirão Preto, SP, telefone: (016) 634-6035.



REVISTA BRASILEIRA DE FÍSICA

Publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Física. Editor: Erasmo Ferreira. Assinatura: Cr\$ 10.000, US\$ 30 (exterior via superfície) e US\$ 50 (exterior via aérea). Endereço: Caixa Postal 20.553, CEP 01000 — São Paulo, telefone: (011) 815-5599.



REVISTA BRASILEIRA DE ZOOLOGIA

Publicada oito vezes ao ano pela Sociedade Brasileira de Zoologia. Editor: Nelson Papávero. Assinatura: 1,5 ORTN e 1 ORTN (estudantes e zoológicos sem vínculo empregatício). Endereço: Caixa Postal: 20.520, CEP 01000, São Paulo, SP, telefones (011) 274-3690-274-3455.



PSICOLOGIA

Publicação quadrimestral da Sociedade de Estudos Psicológicos. Conselho Editorial: Carolina M. Bori, Maria Amélia Matos, Marilena Ristum e Elizabeth Tunes. Assinatura: Cr\$ 15.000. Endereço: Caixa Postal 20.532, CEP 01498, São Paulo, SP, telefone: (011) 211-2260.



PESQUISA VETERINÁRIA BRASILEIRA

Publicação trimestral do Colégio Brasileiro de Patologia Animal. Editor: Jurgen Dobereiner. Assinatura anual: Cr\$ 8.000. Endereço: Embrapa — U.A.P.N.P.S.A., Km 47, CEP 23460, Seropédica, RJ, telefones: (021) 782-1081, 782-1082.



QUÍMICA NOVA

Revista trimestral da Sociedade Brasileira de Química. Editores: Fernando Gallembek, Aécio Pereira Chagas e Eduardo J.S. Vich. Anuidade: Cr\$ 70.000 (sócios efetivos) e Cr\$ 35.000 (sócios colaboradores). Assinatura: distribuição gratuita para sócios e Cr\$ 140.000 (não sócios). Endereço: Instituto de Química - Unicamp, Caixa Postal 6154, CEP 13100 Campinas, São Paulo, SP, telefone: (0192) 39-1301 ramal 2264.



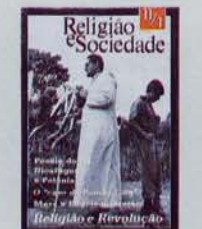
REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA

Publicação semestral da Sociedade Botânica de São Paulo. Editor: Ivany F.M. Valio. Assinatura: Cr\$ 30.000 (Cr\$ 10.000 para sócios). Endereço: Caixa Postal 11.491, CEP 05499, São Paulo, SP, telefone: (011) 275-3322



REVISTA BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO

Publicação quadrimestral da Sociedade Brasileira de Computação. Editor: Luiz Julião Braga Filho. Assinatura anual: Cr\$ 30.000 (pessoa física) e Cr\$ 60.000 (pessoa jurídica). Endereço: Av. Venceslau Bras, 71 fundos — casa 27 — CEP 22290, Rio de Janeiro, RJ, telefone (021) 295-4846.



RELIGIÃO E SOCIEDADE

Publicação quadrimestral do Centro de Estudos da Religião (CER), Instituto de Estudos da Religião (ISER) e Editora Campus. Coordenador: Rubem César Fernandes. Assinatura anual: Cr\$ 52.000 (individual) e Cr\$ 122.000 (institucional). Endereço: Rua Barão de Itapagipe, 55, CEP 20261 — Rio de Janeiro, RJ, telefone (021) 284-8443.



REVISTA DE ECONOMETRIA

Publicação semestral da Sociedade Brasileira de Econometria. Editor: Joanílio Rodolpho Teixeira. Assinatura: Cr\$ 55.000 e Cr\$ 22.500 (para estudantes). Endereço: Departamento de Economia, Universidade de Brasília, CEP 70910, Brasília, DF, telefone: (061) 272-3548.



REVISTA BRASILEIRA DE GEOFÍSICA

Publicação semestral da Sociedade Brasileira de Geofísica. Editor: J. Berrocal. Assinatura ORTNs. Endereço: Rua General Bruce, 58, São Cristóvão, CEP 20921, Rio de Janeiro, F, telefone: (021) 580-7313 — ramal: 241 ou 24



RBT — REVISTA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA

Publicação bimestral do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Editor: Silvia Távora. Assinatura anual: 20.000. Endereço: Av. W3 Norte — Quadra 511, Bloco "A", Edifício Bittar II, CEP 7075 Brasília, DF, telefone: (061) 273-9391.



FITOPATOLOGIA BRASILEIRA

Revista quadrimestral da Sociedade Brasileira de Fitopatologia. Editor: E.W. Kitajima. Assinatura anual: 3 ORTNs (2 ORTNs para sócios). Endereço: Caixa Postal 15-2932, CEP 70910 Brasília, DF, telefone: (061) 274-0022 — ramal: 2424.



BOLETIM DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA

Publicação semestral da Sociedade Brasileira de Matemática. Editor: Djairo Guedes de Figueiredo. Assinatura: US\$ 12. Endereço: Estrada Dona Castorina, 110 Jardim Botânico, CEP 22460, Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 294-9032



REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA

Publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Entomologia. Editor: Ubirajara R. Martins de Souza. Assinatura anual: Cr\$ 30.000 (Sócios), Cr\$ 65.000 (instituições) e US\$ 30 (exterior). Endereço: Caixa Postal: 9063, CEP 01051 São Paulo, SP, telefone: (011) 274-3455.



REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA

Caderno de Engenharia Naval — Publicação semestral da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval. Editor: Manoel de Andrade e Silva Reis. Assinatura: 1/2 ORTN. Endereço: Caixa Postal 68.506, CEP 21944, Rio de Janeiro, RJ, telefone: (021) 280-8832.

as revistas que você sempre precisa ter em casa.



foto H.R. Pimenta

Fig. 1 (acima). Galhas (vassouras-de-bruxa) ocasionadas por fungos em *Erythroxylon*.

Fig. 2. Galhas foliares de *Anadiplosis* (Cecidomyiidae: Diptera) em *Machaerium aculeatum* (Leguminosae), jacarandá-de-espinho.

Fig. 3. Galhas foliares de Homoptera (Insecta) em *Aspidosperma australe* (Apocynaceae).

Fig. 4. Galhas foliares em *Didimopanax vinosum* (Araliaceae).



foto J.G. Ferreira Filho

2



foto R.P. Martins

3

tumores de plantas *As galhas*

G. Wilson A. Fernandes

mestrando em ecologia na Northern Arizona University

Rogério Parentoni Martins

Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG

Aproveitadas pelo homem de diversas maneiras, as galhas constituem fantásticas adaptações de certos insetos que se alimentam de plantas e evoluíram sob a influência de pressões seletivas exercidas pelo meio ambiente. O estudo desse fenômeno possui relevância prática para a agricultura e os trabalhos de conservação das áreas naturais.

Galhas ou cecídias são transformações atípicas de tecidos e órgãos vegetais, provocadas pela ação de organismos indutores. Seu estudo é relevante sob múltiplos pontos de vista: pode fornecer informações importantes sobre a estrutura e a organização de comunidades, elucidar características presentes na evolução dos animais e vegetais interagentes, auxiliar no controle biológico e contribuir para a solução de problemas relativos ao manejo e à conservação tanto de áreas naturais como daquelas usadas para práti-

cas agrícolas. Ademais, como veremos, permite evidenciar possíveis semelhanças estruturais e funcionais entre as galhas e as neoplasias (tumores) animais e vegetais, embora as diferenças entre elas também sejam expressivas, a começar pela diversidade de tipos e a frequência muito maior das primeiras.

As galhas são induzidas por ampla variedade de organismos: algas, líquens, fungos (ver figura 1), bactérias, vírus, ácaros, nematóides e insetos, entre outros. Em sua maioria absoluta, seus agentes formadores são os insetos e, dentre estes, os dípteros se destacam, como mostram as figuras 2 e 3. Elas podem ser encontradas em qualquer local do organismo das plantas, da extremidade da raiz até o cume do caule, tanto nas partes vegetativas como nas reprodutivas. Mais de 93% das galhas ocorrem nas dicotiledôneas, sobretudo em suas folhas (figura 4).

Embora pareça estabelecido que o inseto fornece o estímulo para a formação da galha, esse estímulo ainda não foi identificado, nem se conhece detalhadamente seu modo de ação. O inseto atua através de injúrias mecânicas, mas não se pode afastar a possibilidade de existência, em sua saliva, de substâncias cecidogênicas, como auxinas, aminoácidos, amidos e inúmeras enzimas digestivas que, em contato com o tecido da planta, podem induzir o crescimento atípico e anormal que mencionamos. O ciclo completo de formação de



Foto H.R. Pimenta

uma galha pela ação de um inseto é mostrado na figura 5.

O desenvolvimento desse novo tecido compromete as células do hospedeiro, provocando desvios de substâncias, bloqueios de vasos condutores ou mesmo atrofia de determinados órgãos. Assim, pode-se afirmar que, de modo geral, a ação da galha no metabolismo geral da planta hospedeira compromete a vitalidade desta, como mostram as figuras 6 e 7. Este é um dos aspectos a investigar para que se possa compreender a natureza da interação inseto/planta.

As galhas constituem fantásticas adaptações de certos insetos que se alimentam de plantas e evoluíram sob a influência de pressões seletivas exercidas por diversos fatores ambientais. Por exemplo: como a umidade é fator restritivo, os ambientes desérticos parecem ser mais propícios ao aparecimento de maior número de galhas. Mas a interação entre insetos e plantas é, neste caso, muito complexa. Os insetos adaptados à formação de galhas encontram no interior dos tecidos vegetais, onde se desenvolvem, alimento abundante, abrigo contra inimigos naturais e local propício à reprodução. Em contrapartida, a intensidade dos seus ataques pode causar a morte das plantas atingidas

Fig. 6. Galhas foliares e caulinares em *Inga ingoides* (Leguminosae).

Fig. 7. Galhas foliares de *Stephomyia eugeniae* (Cecidomyiidae : Diptera) em *Eugenia ovalifolia* (Myrtaceae).

Fig. 8. Galha caulinar de *Tomoplagia rudolphi* (Diptera: Tephritidae) em *assa-peixe*, *Vernonia polyanthes* (Compositae).

ou diminuir-lhes a produção de sementes e frutos, atuando como pressão seletiva indutora de modificações adaptativas nas plantas hospedeiras. Esse tipo de interação pode conduzir à coevolução de insetos e plantas, como é o caso das várias espécies de pequenas vespas Agaonidae que polinizam as 900 espécies diferentes de figo. No complexo processo de polinização, estas vespas causam galhas em flores inférteis e polinizam as flores férteis do figo, de modo que fica assegurada a reprodução tanto da árvore como do inseto. Esse, aliás, é um dos poucos casos sobre os quais possuímos registro fóssil da interação, datados de cem milhões de anos atrás. A interação pode influenciar também a distribuição espacial das plantas, pois a ação dos insetos pode afetar o padrão de distribuição dos organismos vegetais com os quais interagem.



O estudo das galhas produzidas por insetos nos remete a comparações com aspectos das neoplasias animais e vegetais, bem como com a própria engenharia genética. Comparado ao crescimento patológico dos tumores, o das galhas revela-se anormal ou atípico, pois apresenta uma diferenciação celular complexa e de todo inexistente no primeiro caso. Além disto, os tecidos da planta hospedeira alteram-se rapidamente, cessando o crescimento anormal, se o agente causador (agente cecidógeno) é retirado; nas neoplasias animais e vegetais, ao contrário, uma vez iniciado o processo, o padrão de crescimento já não pode ser modificado, observando-se uma rápida e ininterrupta proliferação de células anormais.

Galhas entomógenas — causadas por insetos — têm uma estrutura extremamente harmônica. Suas camadas celulares dispõem-se em arranjos que formam verdadeiros tecidos, caracterizados por extensas alterações estruturais e fisiológicas, além de um crescimento anormal. Essas formas de crescimento dão origem a estruturas de tamanho e aspecto definidos, mostradas na figura 8. Já em alguns tumores vegetais bacterianos, como na doença conhecida como crown-gall, a proliferação celular é ilimitada e persiste mesmo depois de afastado seu agente causador — a bactéria *Agrobacterium tumefaciens* —, o que resulta em estruturas de formas e tamanhos indefinidos (ver "Galhas bacterianas e engenharia genética").

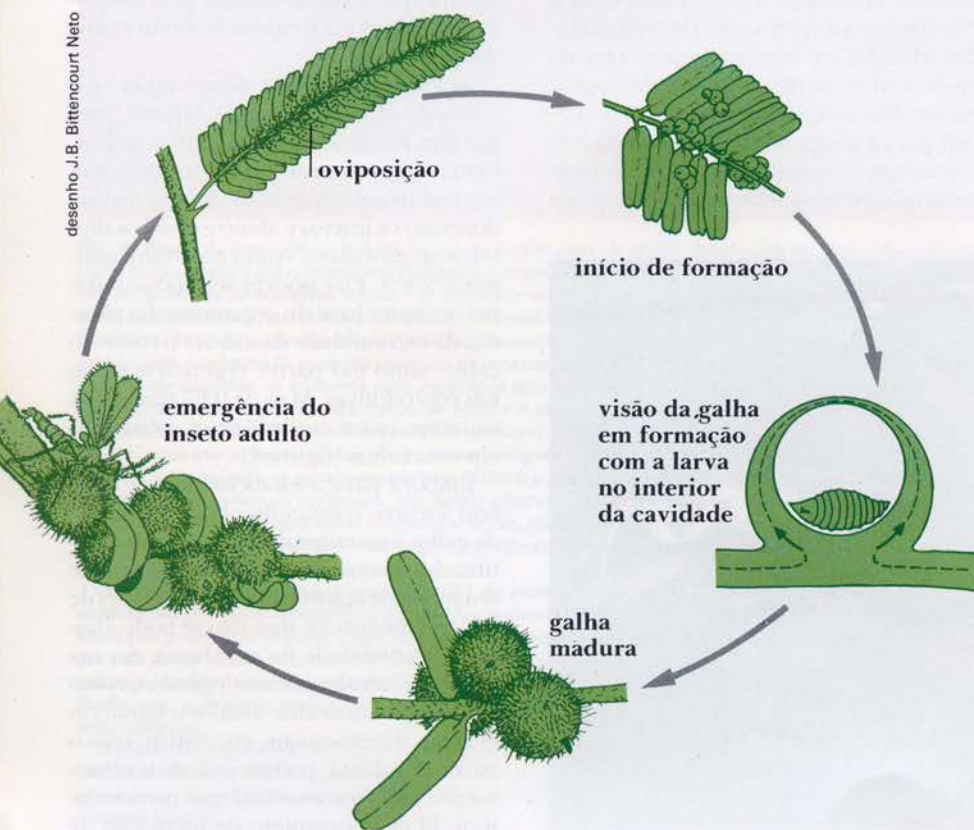
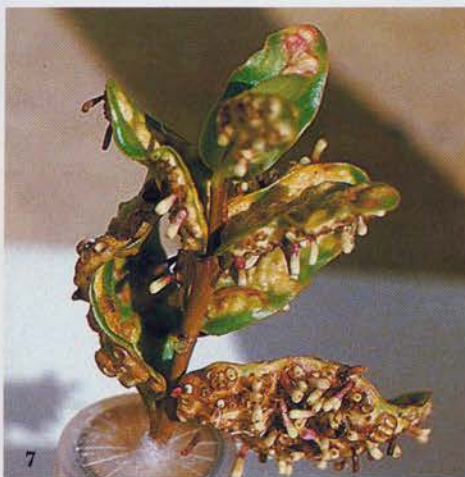


Fig. 5. Ciclo de formação da galha de *Anadiplasis* (Cecidomyiidae : Diptera) em *Machaerium aculeatum* (Leguminosae), jacarandá-de-espinho.



fotos R.P. Martins

GALHAS BACTERIANAS E ENGENHARIA GENÉTICA

É sabido que qualquer célula de qualquer tecido de qualquer órgão de qualquer animal, vertebrado ou invertebrado, pode tornar-se neoplásica, isto é, formadora de tumores. Também as células de plantas podem escapar aos padrões normais de crescimento, determinados pelas restrições morfogênicas, através de processos ainda não completamente desvendados.

Os tumores, de ocorrência muito freqüente no mundo animal, podem ser benignos ou malignos. Em geral, os primeiros restringem-se espacialmente ao órgão ou tecido onde se originaram, e seu crescimento é lento. Os tumores malignos, ao contrário, proliferam com grande rapidez e produzem metástases que comprometem diferentes órgãos ou tecidos, além daqueles onde se originaram.

O tipo de crescimento das galhas induzidas por insetos e o dos tumores bacterianos possuem entre si semelhanças e diferenças bastante marcantes. No primeiro caso, o estágio inicial é condicionado pelo agente causal, ou seja, o inseto cecidógeno; no segundo, o processo se inicia após uma lesão que provoca uma série de eventos metabólicos que conduzem ao tumor. No entanto, a resposta aos dois tipos de estímulo é a mesma: as células fogem ao padrão normal de multiplicação e ganham autonomia em relação ao organismo como um todo. A diferença é que, no caso das galhas entomógenas, o crescimento é controlado pelo inseto, ao passo que no caso dos tumores bacterianos ele é aparentemente descontrolado.

Todos esses processos vêm sendo estudados intensamente pela ciência biológica contemporânea. Por isso, não deixa de ser curioso o fato de que há muito tempo — talvez milhões de anos — a *Agrobacterium tumefaciens* e outras bactérias comuns, existentes no solo, vêm fazendo o que os biólogos moleculares esforçam-se por hoje realizar. Inserindo seus genes nas células da planta hospedeira, elas fazem com que o vegetal os expresse na forma de proteínas. Por esse processo, a bactéria provoca proliferações celulares e dá origem a uma galha ou tumor, geralmente localizado no caule ou próximo à junção da raiz com o caule.

Esse tipo de alteração celular provocado por bactérias, embora qualificado como tumor ou neoplasia por alguns autores, é por outros considerado galha, com o que se amplia o significado deste termo. Como no caso das neoplasias animais, as causas das neoplasias vegetais podem estar localizadas nas próprias células afetadas. Este é o caso, por exemplo, da doença conhecida como *crown-gall*, capaz de afetar ampla variedade de plantas e de danificar consideravelmente certas culturas, sobretudo as de frutas, legumes e plantas ornamentais. As células afetadas passam a exibir crescimento autônomo, sendo tumores no sentido amplo do termo.

Esta doença vem sendo estudada por patologistas desde o início do século, mas só nas últimas décadas, após a elucidação dos mecanismos formadores da galha no nível molecular, é que as pesquisas se intensificaram. Ao mesmo tempo, houve assombrosa expansão das possibilidades de manipulação genética de vegetais, através da qual se busca introduzir neles características desejáveis que se transmitam às sucessivas gerações (ver "Domesticar o grão", em *Ciência Hoje* n.º 17). Por meio de manipulações gênicas, plantas antropicamente selecionadas poderão tornar-se resistentes não apenas a determinadas substâncias, como herbicidas e pesticidas, mas também a pragas, ao frio, à seca. O mesmo processo também poderá intensificar a produção de proteínas dessas plantas, ou até conferir-lhes maior capacidade de competição com ervas daninhas.

As galhas são aproveitadas pelo homem de diversas maneiras. Indígenas da Amazônia peruana costumam fabricar colares com cerca de 150.000 minúsculas galhas foliares, de cerca de quatro milímetros de diâmetro, que se desenvolvem em uma espécie de planta da família das Rosaceae (figura 9). Numa etapa preparatória de seus rituais, aborígenes da África Oriental tatuam os corpos com tintas extraídas de galhas.

As propriedades farmacológicas das galhas são conhecidas desde a Antiguidade. Plínio (60 a. C.) e Teofrasto (372 d. C.) já se referiam a elas. As "galhas de Alepo", por exemplo, contêm 50 a 60% de ácido

Fig. 9. Colar confeccionado com galhas foliares de *Licania cecidiophora* (Rosaceae), da Amazônia peruana. Retirado de Berlin e Prance.



galatotânico, além de teores significativos dos ácidos gálico e elágico, substâncias usadas no tratamento de diarreias, de inflamações bucais e de hemorróidas.

O aproveitamento comercial das galhas remonta ao século XVII. Delas se extraíam, por exemplo, substâncias usadas para tingir de preto o cabelo. Além de suas já citadas propriedades terapêuticas, as “galhas de Alepo” permitiam a fabricação de tinta de excelente qualidade, utilizada nos documentos do Tesouro dos Estados Unidos, do Banco da Inglaterra, da chancelaria alemã e do governo dinamarquês. Mas o principal produto comercial extraído das galhas é o ácido tânico. Em virtude de suas propriedades adstringentes, foi muito utilizado nas pequenas indústrias de couro, revelando-se excelente material de cortume. Sua aplicação se estende também à produção de tanato de nicotina, de grande serventia na indústria de inseticidas, especialmente nos produtos que se destinam a combater insetos picadores-sugadores, o inseto brocador-de-tomateiro e a mariposa-da-maçã.

O valor nutritivo das galhas vem sendo objeto de estudos esporádicos. Algumas, ricas em carboidratos, têm sido usadas como alimento não só para o gado como para o homem. As galhas produzidas pela vespa *Aulax* (Cynipidae: Hymenoptera), apreciadas pelo aroma agradável e o sabor ligeiramente ácido, são consumidas em larga escala no Oriente Médio, preparadas com mel ou açúcar. Também na França, as mesmas



galhas foram durante muito tempo consumidas como alimento. Outro tipo de galha, produzido por uma espécie de Cynipidae do gênero *Callirhytes*, apresenta alto valor nutritivo, com 63% de carboidratos e 9,3% de proteínas.

Do ponto de vista agrícola, as galhas entomógenas merecem ser estudadas por sua ocorrência em plantas cultivadas, como a mandioca, o eucalipto, a manga e o algodão. Quando a infestação ultrapassa determinados níveis, torna-se necessário adotar medidas de contenção, como, por exemplo, o controle da população do agente cecidógeno, para que ele permaneça dentro de limites toleráveis do ponto de vista econômico.

Paradoxalmente, as próprias galhas po-

dem servir como agentes de controle biológico. No Canadá, vem sendo amplamente estudado o controle de ervas daninhas (*Sonchus arvensis* e *Cirsium arvense*: Compositae) por meio de galhas formadas por dois tipos de moscas de frutas, a *Tephritis dilacerata* e a *Urophora cardui* (Diptera: Tephritidae). Essas ervas são muito abundantes em diversas províncias canadenses e na metade norte dos Estados Unidos. A *Sonchus arvensis*, por exemplo, chega a produzir três toneladas de brotos secos por hectare e populações de três a 15 plantas por metro quadrado. Sua ocorrência em trigais pode causar uma redução da ordem de 4,5 a 27% na produção do cereal. O controle das populações dessas ervas daninhas por meio de técnicas de cultivo e de herbicidas mostrou-se pouco eficiente e de reduzida duração, visto que a disseminação das sementes era rápida. Solução adicional e eficaz foi a importação de moscas *Tephritis* e *Urophora* da Europa. A *Tephritis* põe seus ovos dentro dos botões florais. Ao se alimentarem, as larvas transformam esses órgãos em galhas e consomem os ovários e receptáculos, destruindo assim as sementes. Já as moscas *Urophora* produzem também galhas em brotos de planta hospedeira, comprometendo, indiretamente, a produção de sementes.

O papel das galhas na produção de biomassa, através de nódulos fixadores de nitrogênio, é conhecido desde 1838. De grande interesse para a agricultura é a simbiose entre leguminosas e *Rhizobium*, um tipo de bactéria de vida livre; ao pene-

fotos R.P. Martins

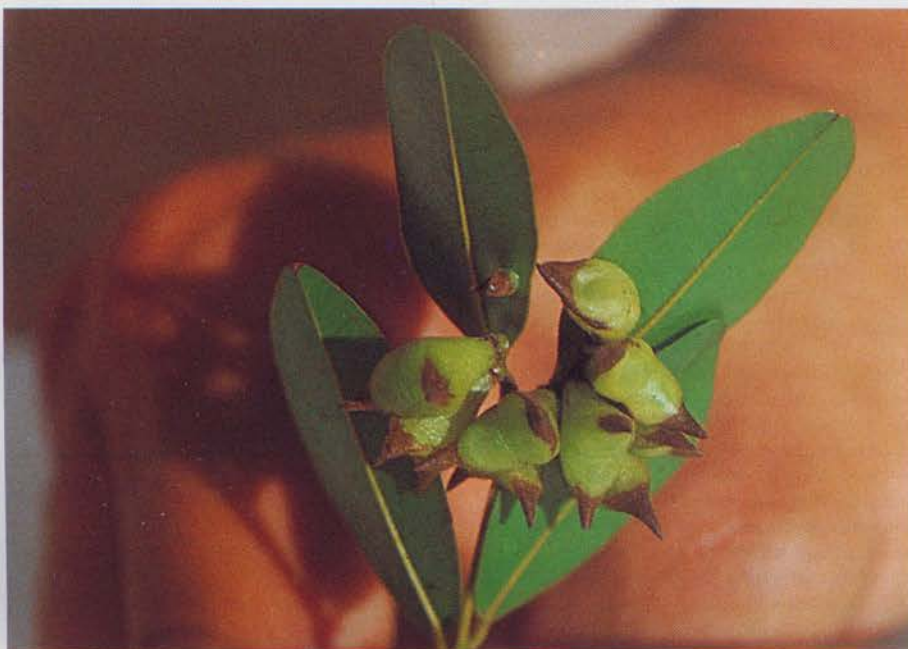


Fig. 10. Galhas foliares de Cecidomyiidae (Diptera) em *Copaifera langsdorffii* (Leguminosae).



Fig. 11. Galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em botões florais de *Aspidosperma australe* (Apocynaceae).

Fig. 12. Galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em espinhos de *Ulmaceae*.

Fig. 13. Galhas foliares de Cecidomyiidae (Diptera) em *Erythroxylon suberosum* (Erythroxylaceae).

trar nos pêlos absorventes da raiz de leguminosas, a bactéria dá origem à formação de galhas (nódulos) capazes de fixar o nitrogênio atmosférico. Como as galhas, esses nódulos bacterianos são estruturalmente harmônicos, dispondo-se duas camadas celulares em tecidos diversamente modificados. A pobreza dos solos tropicais, a grande ocorrência dessas interações *Rhizobium*/Leguminosae nesses solos e o alto custo dos adubos justificam o estudo intensivo dessas galhas em raízes.

Fig. 14. Galhas foliares de *Euphaleurus* (Homoptera: Psyllidae) em *Lonchocarpus guilleminianus* (Leguminosae).

Fig. 15. Galhas foliares de Cecidomyiidae (Diptera) em *Myrcia itambensis* (Myrtaceae).

Fig. 16. Galhas foliares de *Neolithus fasciatus* (Psyllidae: Homoptera) em *Sapium biglandulosum* (Euphorbiaceae).

No Brasil, os estudos sobre galhas causadas por insetos são em sua maioria caracterizações e descrições do organismo causador, sem identificação completa das plantas hospedeiras; ou então, ocorrem caracterizações externas, com identificações incompletas de algumas plantas hospedeiras e sem referência aos insetos cecidógenos. O maior número de contribuições ao estudo das galhas entomógenas veio do padre português J. S. Tavares, que, em pesquisas realizadas nas décadas de 1910 e 1920, preocupou-se sobretudo com os aspectos taxonômicos e morfológicos dos insetos e das galhas.

A partir de 1980, o Laboratório de Interações Insetos/Planta do Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG vem desenvolvendo trabalhos sobre a ocorrência e a caracteri-

zação de galhas causadas por insetos em vegetação de cerrado (figura 10). Os principais locais estudados têm sido a Estação Biológica de Pirapitinga (uma ilha continental na represa de Três Marias, MG) e a área do campus - Pampulha da UFMG. Até o presente, foram obtidos cerca de 65 tipos morfológicamente distintos de galhas, a partir de aproximadamente 40 espécies de plantas arbustivas e arbóreas. Essas estruturas apresentam formas notavelmente variadas, mostradas nas figuras 11 a 13. Os órgãos atacados com mais frequência são as folhas (figuras 14 a 16), e os insetos causadores mais comuns são dípteros da família Cecidomyiidae.

A galha foliar apresentada na figura 5 é típica ação de Cecidomyiidae: esférica, esverdeada, com pêlos curtos distribuídos por toda a superfície. Em contraste com outras galhas, que apresentam várias câmaras onde larvas se desenvolvem, estas possuem apenas uma, cujo diâmetro médio é de 4,5 milímetros. O fim do crescimento da galha coincide com o término do crescimento larval, quando finalmente um inseto adulto emerge, deixando o pupário semi-enterado na cavidade de saída. Este é um traço bastante generalizado entre os cecidomídeos cecidógenos. A alta proporção (64%) de galhas parasita-



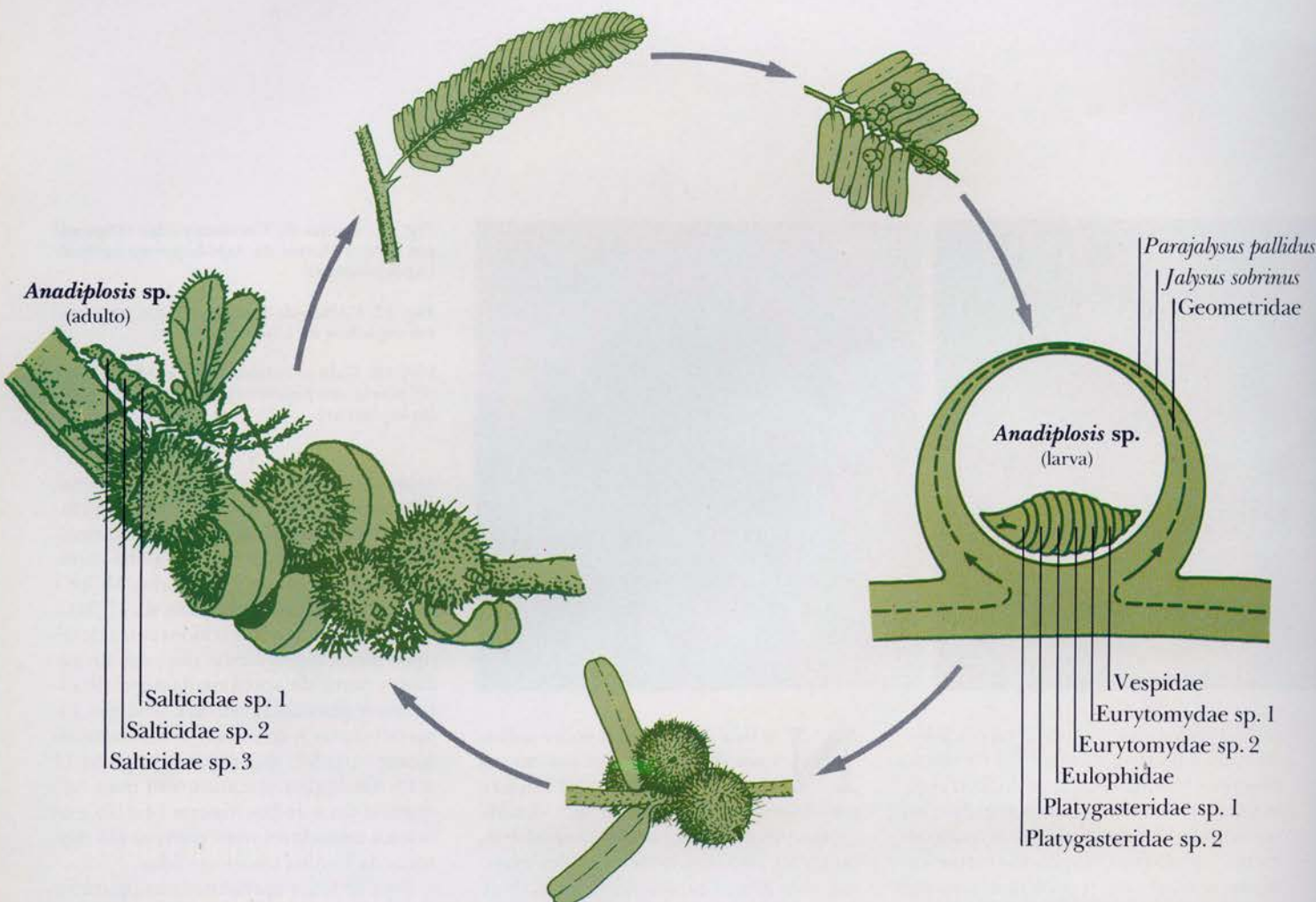


Fig. 17. Teia alimentar baseada em galhas foliares de *Anadiplosis* em *Machaerium aculeatum* (jacarandá-de-espinho), mostradas na figura 5. As aranhas Salticidae alimentam-se do inseto cecidógeno adulto; larvas de uma mariposa Geometridae e duas espécies de percevejos — *Parajalysus pallidus* e *Jalysus sobrinus* — alimentam-se dos tecidos das galhas, causando indiretamente a morte das larvas do cecidógeno. Insetos diminutos, chamados parasitoides, colocam seus ovos nas larvas do cecidógeno, que servem de alimento para as larvas dos parasitoides. Além disso, a galha apresenta pêlos secretores de substâncias aderentes, capazes de grudar alguns parasitoides, impedindo-os de colocar seus ovos na larva do cecidógeno. Trata-se de esboço preliminar de um quadro de interações ecológicas muito complexas.

das por himenópteros parasitoides indica serem estes insetos os principais agentes controladores do tamanho das populações dos insetos cecidógenos de *Machaerium aculeatum*, o jacarandá-de-espinho.

Além da verificação da ocorrência de galhas e de sua caracterização, nosso trabalho no Laboratório de Interações Inseto/Planta do Departamento de Biologia da UFMG busca também compreender a natureza e a importância das adaptações que têm lugar entre os insetos cecidógenos e suas plantas hospedeiras. Interessa-nos ainda levantar dados demográficos sobre as populações de cecidógenos, detectar seus padrões de mortalidade e natalidade, bem como conhecer a ação dos seus inimigos naturais, que cumprem papel regulador do tamanho das populações de insetos que estudamos.

Trabalhos recentes sobre as galhas foliares de *Machaerium aculeatum*, cujo ciclo de formação e desenvolvimento foi mostrado na figura 5, descrevem a interação existente entre as galhas e a comunidade de artrópodes que com elas se relacionam. As galhas do jacarandá-de-espinho têm um número expressivo de insetos e aranhas

associados direta ou indiretamente com a sobrevivência do próprio cecidógeno, como pode ser observado na teia alimentar mostrada na figura 17. Continuamos trabalhando para entender esse quadro bastante complexo, do qual constituímos até agora um esboço preliminar.

Essa pesquisa possui relevância prática para a agricultura e os trabalhos de conservação de áreas naturais, pois proporciona conhecimentos sobre os aspectos biológicos e ecológicos das interações existentes entre os insetos cecidógenos e seus inimigos naturais. A elucidação do ciclo biológico e da ecologia dos insetos cecidógenos fornece embasamento biológico para a formulação de programas de controle e manejo de áreas naturais, incluindo informações sobre alguns destes insetos, que podem transformar-se em pragas de plantas cultivadas. Qualquer desequilíbrio nessas áreas pode levar o inseto, que antes se utilizava de plantas silvestres, a utilizar plantas dotadas de interesse econômico. Foi isso o que provavelmente aconteceu com os cecidógenos de mandioca, manga, algodão e eucalipto, já referidos anteriormente.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- TAVARES J. S., "Cecidologia brasileira. Cecidias que se criam em plantas das famílias das Leguminosae, Sapotaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Punicaceae, Aurantiaceae, Malpighiaceae, Sapindaceae, Loranthaceae, Apocynaceae, Urticaceae, Salicaceae e Graminae", *Broteria, série zoológica*, vol. 18, 1920.
- BERLIN B. e PRANCE G. T., "Insect galls and human ornamentation: the ethnobotanical significance of a new species of *Licania* from Amazonas, Peru", *Biotropica*, 10 (2), 1978.
- CHILTON M-D., "A vector for introducing new genes into plants", *Scientific American*, 248 (6), 1983.
- FERNANDES G.W.A., TAMEIRÃO NETO E. e MARTINS R.P., "Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas na vegetação do Campus-Pampulha da UFMG", Belo Horizonte, *Revista Brasileira de Zoologia*, no prelo.
- MANI M.S., *Ecology of plant galls*. Junk, The Hague, 1964.
- MAMAEV B.M., *Evolution of gall forming insects-gall midges*, The British Library, Lending Division, 1975.

A Dismac oferece 8 micros pela metade do preço.



A Dismac está fazendo uma oferta sensacional para todos os empresários: sistema Alfa Multiusuário, o sistema que substitui 8 micros, custa menos que 8 micros e rende mais do que 8 micros.

Explicando melhor: ao invés de comprar micros isolados para departamentos diferentes, pelo sistema Alfa Multiusuário você compra terminais inteligentes que usam a mesma memória central. E à medida que a sua empresa for crescendo, outros terminais podem se juntar aos primeiros.

Se você fosse comprar cada micro isoladamente você também precisaria comprar a memória, os disquetes e a impressora para cada um deles, aumentando assim o investimento.

Em alguns casos, a economia que o sistema Alfa Multiusuário oferece pode cortar os gastos pela metade.

Ou seja: pelo preço de 4 micros comprados separadamente,

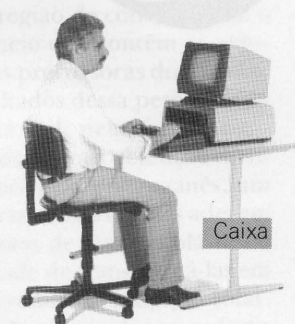
você pode ter 8.

E todos interligados.

O sistema Alfa Multiusuário também

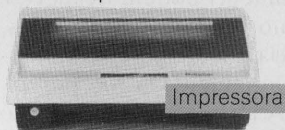
oferece vantagens na forma de pagamento. Como ele cresce junto com a sua empresa, você só investe no sistema quando ele

aumenta. Além de ser um bom negócio no preço e na forma de pagamento, nosso sistema também é excelente na rentabilidade, pois trabalha em rede. Isto significa terminais inteligentes distribuídos em departamentos diferentes, podendo realizar tarefas diferentes ao mesmo tempo, consultando no mesmo instante a memória central ou até mesmo um computador de maior porte. Desta forma, os dados armazenados estão sempre atualizados, sem nenhum custo adicional para você. O Alfa Multiusuário é o fim do micro comunitário, aquele micro que todos os departamentos da firma fazem fila para usar.

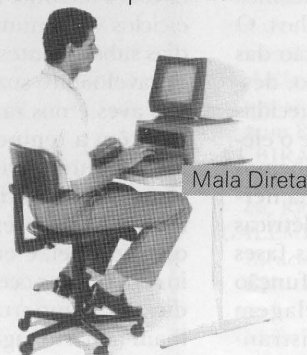
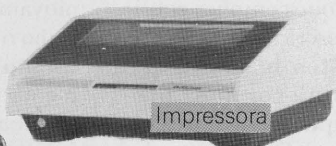


Ele permite até 8 terminais operando simultaneamente com cada aparelho no seu departamento competente, reduzindo assim o tempo e os problemas com deslocamento físico das pessoas na empresa.

Responda sinceramente. Alguma empresa de computadores já tinha feito para você uma oferta mais vantajosa, mais tentadora e mais interessante do que esta?

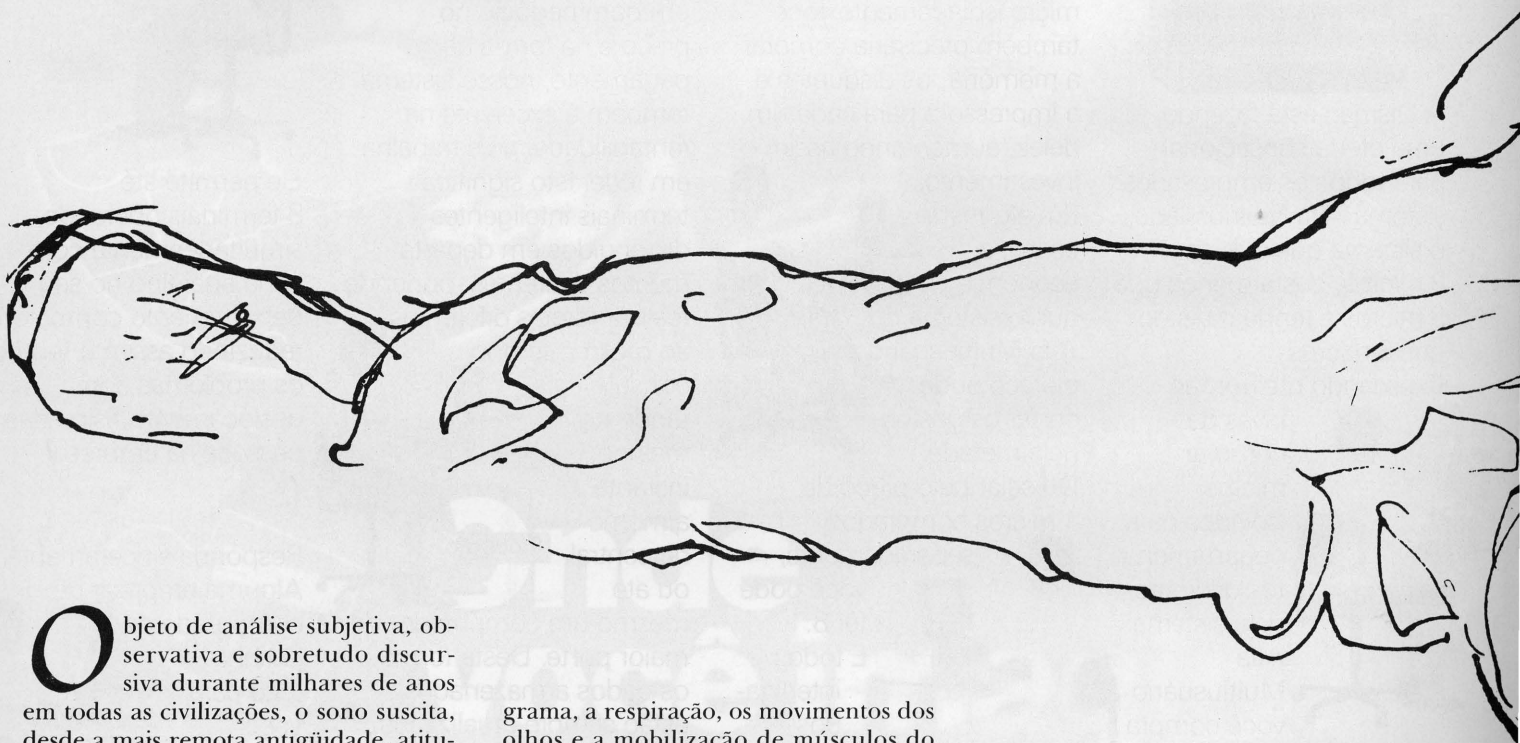


Isto representa uma enorme economia de equipamentos.



O SONO

César Timo-Iaria Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo



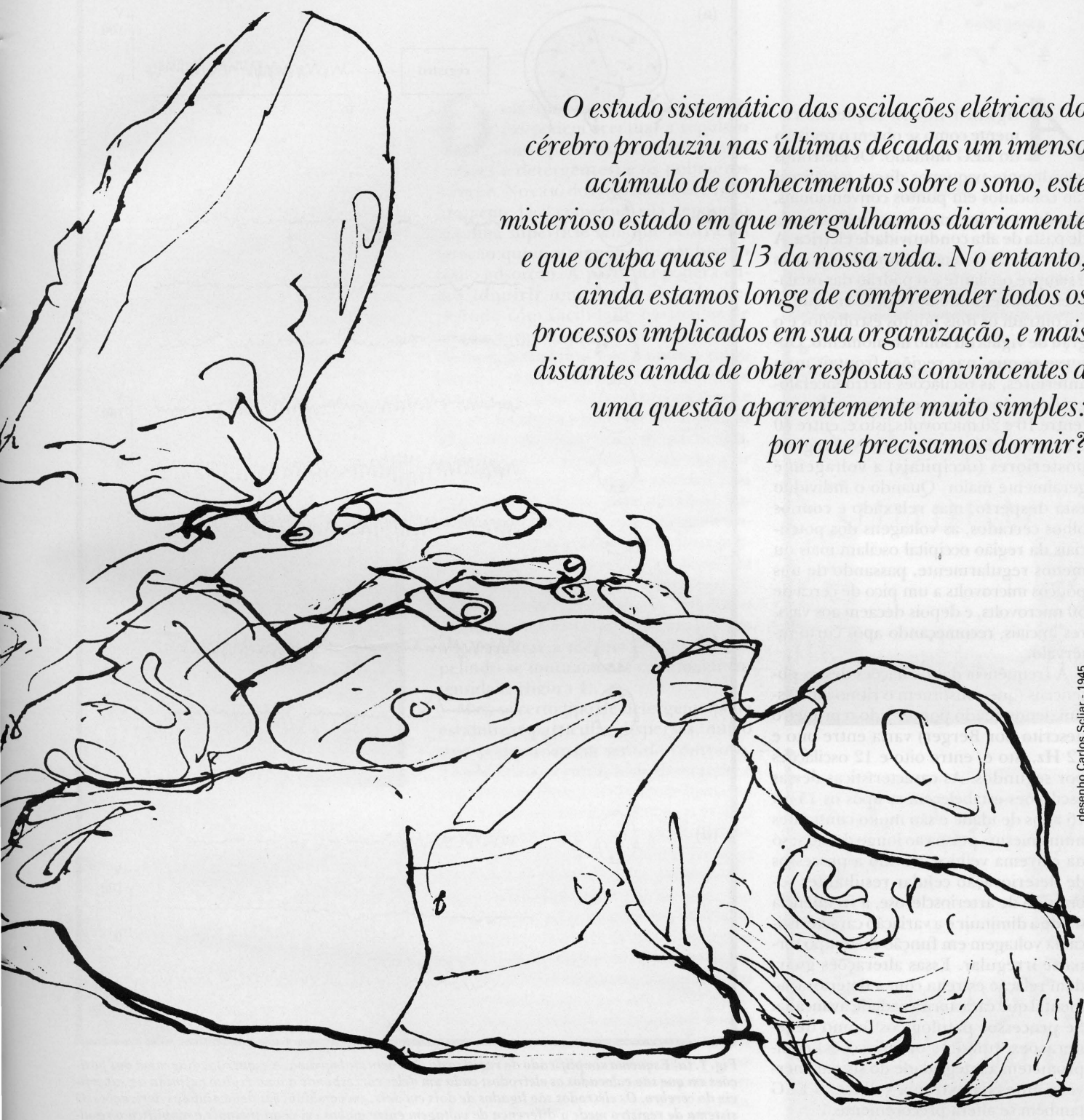
O bjeito de análise subjetiva, observativa e sobretudo discursiva durante milhares de anos em todas as civilizações, o sono suscita, desde a mais remota antigüidade, atitudes e explicações místicas, além de crenças ingênuas, venais e até charlatanescas. Do ponto de vista científico, foi a revolução metodológica ocorrida na década de 1930 que permitiu rápidos progressos no estudo do assunto, possibilitando o delineamento posterior, realizado nos anos 50 e 60, dos mecanismos fundamentais do sono e dos sonhos. O principal avanço foi a revalorização das oscilações de potencial do cérebro, descobertas no século passado e esquecidas por várias décadas, cujo registro é o eletroencefalograma (EEG). Hoje sabemos que em diversas regiões do sistema nervoso central ocorrem oscilações elétricas que permitem distinguir diversas fases do sono e sua repetição cíclica em função do tempo. Caracteriza-se a ciclagem ainda mais completamente registrando-se simultaneamente o eletrocardio-

grama, a respiração, os movimentos dos olhos e a mobilização de músculos do pescoço e da face.

A avaliação continuada desses parâmetros funcionais permite verificar que as ondas elétricas cerebrais sofrem alterações que configuram diferentes fases do sono. Estas se repetem a intervalos mais ou menos regulares, constituindo os ciclos do sono. A evolução dessas fases e ciclos varia num mesmo período e em dias subsequentes, o que complica consideravelmente sua descrição precisa. Só nas aves e nos mamíferos (animais que mantêm a temperatura corpórea próxima de um valor quase constante) o sono evolui em ciclos definidos; nas demais classes de vertebrados, a ciclagem é questionável, e em diversas espécies de invertebrados ocorrem alterações periódicas de comportamento que se assemelham ao ciclo vigília-sono dos vertebrados. Mas, neste caso, é difícil comprovar

a homologia, particularmente porque ainda não se sabe que parâmetros funcionais se devem avaliar para estudar a provável ocorrência da alternância de estados correspondentes à vigília e ao sono.

Os animais predadores (entre os quais se inclui o homem) podem despertar brevemente no final de alguns ciclos, mas a tendência é só despertarem, definitivamente, no último. Outros, porém, como o rato, o camundongo, a cobaia e o coelho, geralmente despertam brevemente no final de cada ciclo, como se o sistema nervoso se alertasse periodicamente para uma rápida avaliação das condições ambientais. Considerando-se a vulnerabilidade desses pequenos animais conclui-se que interromper o sono várias vezes por pouco tempo é uma vantagem operacional em relação à ação dos predadores.



O estudo sistemático das oscilações elétricas do cérebro produziu nas últimas décadas um imenso acúmulo de conhecimentos sobre o sono, este misterioso estado em que mergulhamos diariamente e que ocupa quase 1/3 da nossa vida. No entanto, ainda estamos longe de compreender todos os processos implicados em sua organização, e mais distantes ainda de obter respostas convincentes a uma questão aparentemente muito simples: por que precisamos dormir?

Não é fácil estabelecer a seqüência das fases do sono, sobretudo porque cada uma, longe de ser imutável, sofre oscilações que, por curtos períodos, podem ultrapassar seus próprios limites, compondo-se com a fase precedente ou subsequente. Em 1938, H. Davis e colaboradores publicaram o primeiro estudo sistemático que buscava definir eletrofisiologicamente a evolução do sono, revelando então a existência de suas fases. Modificado por outros fisiologistas, seu esquema ainda prevalece em linhas

gerais. Embora haja seqüências complexas das fases do sono, consideraremos aqui cada uma delas como bem delimitada no tempo, numa esquematização que exprime prevalência estatística das características de cada fase e dos ciclos ao longo do tempo.

O registro gráfico das oscilações dos potenciais elétricos do sistema nervoso denomina-se genericamente oscilograma. Sua forma mais conhecida e utilizada é o EEG, obtido no homem com o

registro dessas oscilações através do couro cabeludo. Em outros animais, implantam-se eletrodos diretamente sobre o córtex cerebral ou no interior do encéfalo. O registro simultâneo de oscilogramas de diversas regiões do sistema nervoso central é de inestimável valor para o estudo das manifestações e dos mecanismos dos processos implicados no sono e na vigília.

A figura 1 ilustra esquematicamente como se obtém o registro do EEG humano. Os elétrodos (geralmente pequenos discos metálicos) são colocados em pontos convencionais, fixados à pele, com uma fina camada de pasta de alta condutividade elétrica. A diferença de potencial entre dois pontos é sempre oscilante e o padrão das oscilações varia segundo as regiões em que se encontram os dois pontos escolhidos e o grau de vigília ou sono no momento. Observe-se que, nas regiões frontais mais anteriores, as oscilações eletroencefalográficas são de pequeníssima voltagem (entre 10 e 20 microvolts, isto é, entre 10 e 20 milionésimos de volt). Nas regiões posteriores (occipitais) a voltagem é geralmente maior. Quando o indivíduo está desperto, mas relaxado e com os olhos cerrados, as voltagens dos potenciais da região occipital oscilam mais ou menos regularmente, passando de uns poucos microvolts a um pico de cerca de 50 microvolts, e depois decaem aos valores iniciais, recomeçando após curto intervalo.

A frequência das oscilações desses potenciais (que constituem o ritmo alfa, assim denominado por ter sido o primeiro descrito por Berger) varia entre oito e 12 Hz, isto é, entre oito e 12 oscilações por segundos. As características dessas oscilações estabelecem-se após os 15 ou 16 anos de idade e são muito constantes numa mesma pessoa ao longo da vida; só na extrema velhice, devido a processos de deterioração celular resultantes sobretudo de arteriosclerose, a frequência tende a diminuir e a variação característica da voltagem em função do tempo torna-se irregular. Essas alterações guardam relação estreita com a deterioração mental que caracteriza a idade avançada. Se processos patológicos (como degenerações, tumores ou infecções) comprometem a integridade do sistema nervoso antes da extrema velhice, o EEG também se altera precocemente.

Vê-se na figura 1 que, enquanto o indivíduo mantém os olhos cerrados, o ritmo alfa ocorre regularmente como sucessão de potenciais cuja voltagem sobe e desce. Quando a pessoa abre os olhos, em cerca de 300 milésimos de segundo o ritmo alfa começa a ser substituído por potenciais de alta frequência (em geral entre 30 e 40 Hz) e baixa voltagem (dez a 20 microvolts). Esse fenômeno denomina-se *dessincronização* do EEG e sua causa não é a

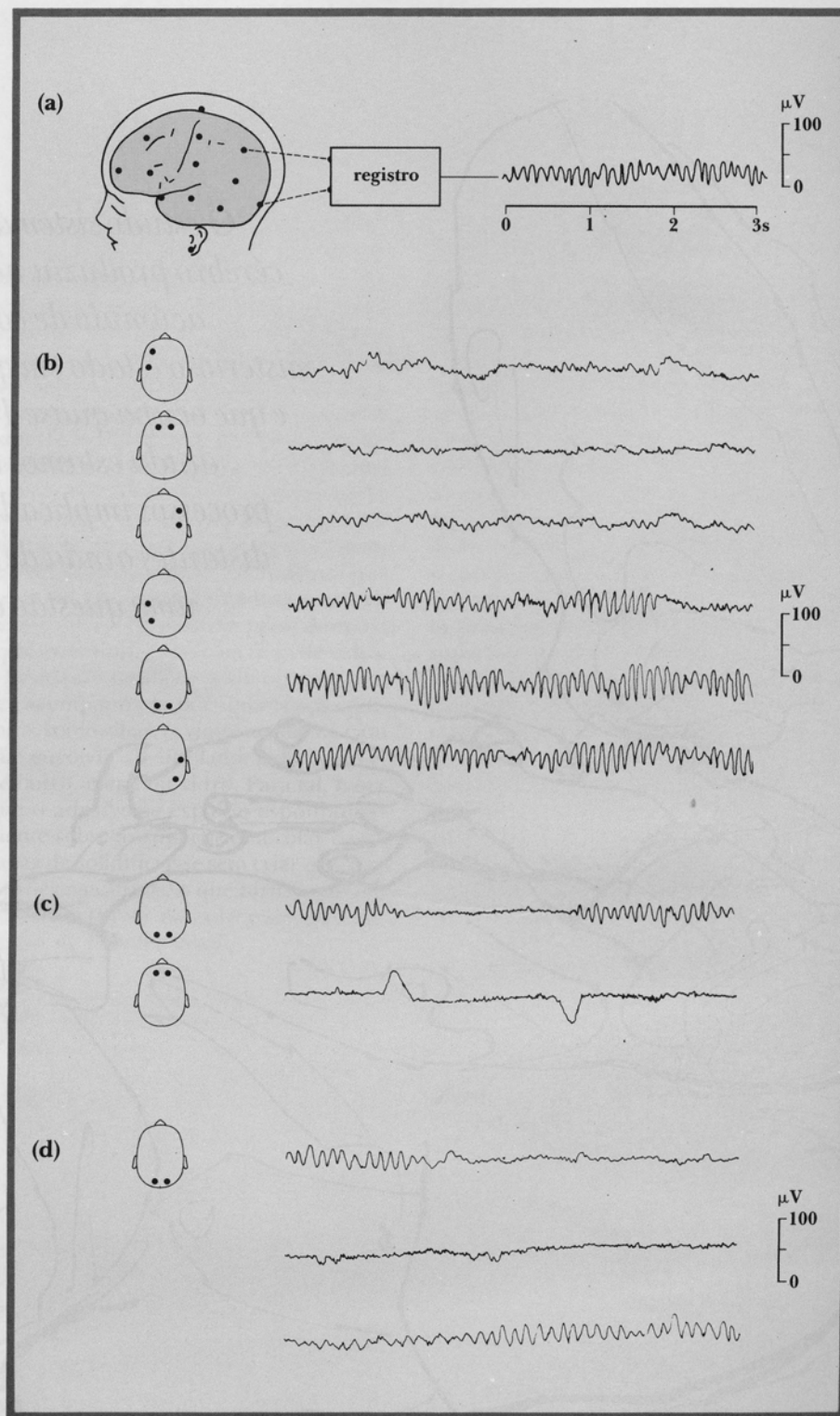


Fig. 1. (a) Esquema simplificado do registro do eletroencefalograma. À esquerda, diagrama das posições em que são colocados os elétrodos; cada um deles corresponde a uma região definida da superfície do cérebro. Os elétrodos são ligados de dois em dois, em combinações denominadas derivações. O sistema de registro mede a diferença de voltagem entre ambos em cada instante e amplifica o resultado, inscrevendo-o depois na tela de um osciloscópio ou em papel que desliza sob penas inscritoras. À direita aparece o ritmo alfa, traçado durante três segundos. A escala de tempo está calibrada em segundos e a de voltagem em microvolts.

(b) Eletroencefalograma registrado em seis derivações, representadas nos esquemas da cabeça, à esquerda, onde a parte posterior (occipital) aparece para baixo. Observe-se que nas três derivações de cima (frontais) o eletroencefalograma é de alta frequência e baixa voltagem. Nas derivações posteriores, vê-se claramente o ritmo alfa, que evolui como fusos de potenciais cuja voltagem sobe e desce periodicamente. Sua potência oscila entre 8,5 e dez Hz.

(c) Alerta produzido nos momentos de abertura e de fechamento dos olhos, representados, respectivamente, pelas barras verticais. Na derivação posterior, o ritmo alfa foi substituído por ondas dessincronizadas no período em que a pessoa permaneceu de olhos abertos. No caso da derivação frontal, registraram-se potenciais de polaridade inversa nos momentos de abertura e de fechamento dos olhos.

(d) Dessincronização provocada por atividade mental (no caso, a pessoa efetuou mentalmente um cálculo aritmético). O ritmo alfa retornou lentamente quando o cálculo foi completado. Os três registros são contínuos.

pura e simples iluminação da retina, mas a intensificação da vigília provocada pela estimulação visual.

Quando se passa do estado de alerta para a sonolência, a frequência do ritmo alfa decresce imediatamente. Testes de atenção revelam que o decréscimo de um Herz na frequência do alfa se correlaciona com redução do grau de atenção. Da sonolência pode-se retornar ao alerta, mas a tendência é o aprofundamento do sono, em etapas sucessivas. Os gráficos da figura 2 ilustram as fases que se sucedem no tempo. Comumente, no início do sono, a frequência dos potenciais diminui e sua voltagem aumenta, fenômeno que se denomina sincronização.

A evolução dos potenciais eletroencefalográficos durante o sono reflete a existência de várias fases, que se agrupam em dois estados distintos, um que se caracteriza pela sincronização dos potenciais (sono sincronizado) e outro em que predominam potenciais de baixa voltagem e alta frequência (sono dessincronizado). Esses estados recebem outros nomes, todos impróprios. O sincronizado é também conhecido como sono lento, sono leve, sono quieto e sono *nREM*; o dessincronizado, como sono rápido, sono profundo, sono ativo, sono paradoxal e sono *REM*. Infelizmente, essa última designação é a mais corrente. Ela resulta do fato de que no sono dessincronizado ocorre a maioria dos sonhos, acompanhados de movimentação rápida dos olhos (em inglês, *rapid eye movements*). Por exclusão, o sono sincronizado passou, também indevidamente, a ser chamado *nREM* (*non REM*). A denominação *REM* é indesejável porque vincula o sono dessincronizado estreitamente aos movimentos oculares, que no entanto só ocorrem durante parte do período em foco.

A figura 2 mostra a evolução completa de um ciclo simplificado. No primeiro traçado (VA), vê-se a dessincronização própria da vigília atenta, registrada nas regiões occipitais do cérebro humano. Se o indivíduo fecha os olhos e mantém-se calmo, o ritmo alfa retorna e tende a prevalecer durante largo tempo. Quando, porém, advém sonolência, o ritmo alfa sofre imediato decréscimo de frequência e desaparece, dando lugar a um padrão de ondas irregulares e de frequência mais baixa, mescladas com ondas de frequência mais alta. Como já mencionamos, a redução da frequência da ordem de um Herz reflete diminuição do grau de atenção, o que significa redução do nível de vigília e colapso da consciência

em relação ao mundo exterior. Esse período constitui a fase I do sono.

Se a vigília não retorna, o sono evolui para a fase II, em que surgem ondas regulares de frequência entre seis e 15Hz, sobretudo nas regiões frontais do cérebro; essas ondas são potenciais que aumentam e diminuem como fusos, sendo por isso conhecidas como fusos de sono. Eles podem ser provocados artificialmente pela aplicação de pulsos elétricos em certas regiões do cérebro e geralmente se acompanham de sonolência, podendo evoluir para sono franco. Alguns anestésicos provocam o mesmo tipo de onda. Esses e outros fatos fazem pensar que tais potenciais se correlacionam

com a organização do sono.

Da fase II pode-se voltar à fase I e até mesmo à vigília. Mas, se o sono continua, passa-se à fase III, caracterizada pela redução do número de fusos e pela eclosão de ondas de duração maior, frequência menor e alta voltagem (ondas delta). Esse padrão eletroencefalográfico manifesta-se em quase todo o córtex cerebral. Muitos anestésicos utilizados rotineiramente em cirurgia provocam anestesia suficiente para a intervenção quando o EEG assume um padrão similar ao da fase III.

Da fase III também se pode retornar às anteriores e até despertar. A tendência, porém, é evoluir para a fase IV,

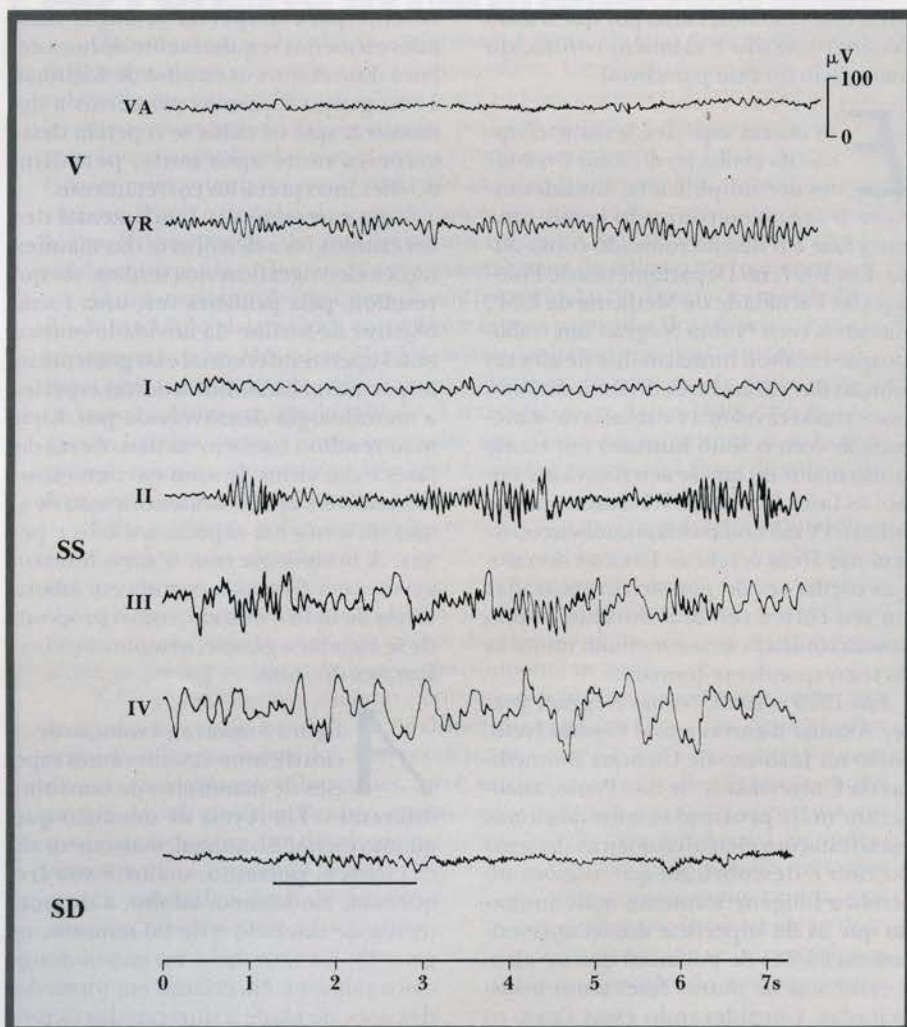


Fig. 2. Quadro eletroencefalográfico da vigília e do sono humanos. V: estado de vigília, simplificado em duas fases extremas (VA, vigília atenta; VR, vigília relaxada); SS: sono sincronizado, com as fases I (substituição do ritmo alfa por potenciais de voltagem e frequência irregulares), II (fusos), III (fusos e ondas delta) e IV (ondas delta); SD: sono dessincronizado.

Note-se a semelhança da dessincronização do SD com a VA. O traço horizontal sob o traçado do SD destaca um surto de potenciais cuneiformes que prenunciam o início de um sonho. A figura mostra pouco mais de sete segundos em cada fase; no entanto, a análise completa das fases e dos ciclos demanda registros do tempo total de sono. Análise similar da vigília demonstra a existência de oscilações que também podem ser agrupadas em quatro ou cinco fases, como no sono.

quando os fusos desaparecem e só restam as ondas delta, de alta voltagem (400 a 600 microvolts). A partir daí, a evolução mais provável se dá em direção a um estado de sono muito distinto do sincronizado, chamado por isso de dessincronizado, que se caracteriza por um EEG em que os potenciais oscilam em uma faixa de alta frequência e baixa voltagem (em torno de 20 microvolts), entremeados com potenciais que, no homem, se assemelham aos da fase I. Em outros animais, em geral a frequência se mantém em torno de 20 Hz. Embora seja possível distinguir o padrão eletroencefalográfico do sono dessincronizado do que prevalece na fase I ou mesmo na vigília, chama a atenção a estreita similitude entre todos esses estados, razão por que o sono dessincronizado é também conhecido como sono ou fase paradoxal.

Em outras espécies, a caracterização da evolução do sono é comumente simplificada, considerando-se o sono sincronizado como uma única fase e o dessincronizado como outra. Em 1967, no Departamento de Fisiologia da Faculdade de Medicina da USP, iniciamos com Núbio Negrão um trabalho que resultou numa análise de alta resolução das várias fases do sono do rato. Esse estudo revelou a existência de semelhanças com o sono humano em escala muito maior do que se acreditava até então: as fases II (fusos), III (fusos e ondas delta) e IV (só ondas delta) também ocorrem nas áreas cerebrais frontais do rato, e as oscilações de potencial registradas em seu córtex cerebral durante o sono dessincronizado se assemelham muito às do correspondente humano.

Em 1975 e 1980, Núbio Negrão, Juares Aranha Ricardo e José Cipolla Neto, então no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, analisaram mais profundamente algumas manifestações eletrofisiológicas do sono do rato e descobriram que regiões do cérebro filogeneticamente mais antigas do que as da superfície dorsal apresentavam oscilações de potencial que revelam a existência de outras fases antes insuspeitadas. Considerando essas fases, os mesmos cientistas verificaram que o esquema usual de estados e ciclos de sono, tacitamente admitido como expressão da sequência de fases, é apenas aproximativo. Pode-se, pois, prever que a análise fina das oscilações elétricas e da bioquímica de outras regiões do sistema nervoso central talvez resulte, no futuro, em

um quadro funcional muito mais complexo do que o atualmente admitido.

Em meados da década de 1950, um grupo de fisiologistas da Universidade de Chicago, liderados por Nathaniel Kleitman, iniciou outra revolução ao empreender a análise sistemática do sono durante toda a noite. Essa análise revelou que, em pessoas adultas, a sequência das fases descritas se repete em intervalos de cerca de 90 minutos, totalizando quatro a seis ciclos em sete a oito horas de sono. Outros cientistas haviam notado antes oscilações lentas de certas características do sono, mas escapava-lhes a correlação entre tais oscilações e sua variação repetida. Sabia-se, por exemplo, que a intensidade mínima de um som suficiente para despertar crianças varia mais ou menos regularmente de hora em hora. Entretanto, os estudos de Kleitman e seu grupo foram os primeiros a demonstrar que os ciclos se repetem dessa maneira noite após noite, permitindo-lhes interpretá-los corretamente.

Uma consequência fundamental desses estudos foi a descoberta das manifestações eletrográficas dos sonhos, do que resultou, pela primeira vez, uma forma objetiva de análise da atividade onírica, antes apenas inferencial e largamente interpretativa. Estendida a outras espécies, a metodologia desenvolvida por Kleitman resultou também na descoberta das fases e dos ciclos de sono em numerosos mamíferos e aves e na identificação de sinais de sonos em répteis, anfíbios e peixes. A homologia com o sono humano gerou uma frenética corrida em laboratórios de todo o mundo, com o propósito de se estudar a gênese, a organização e as funções do sono.

A figura 3 mostra a evolução de ciclos de sono em diferentes espécies de mamíferos de tamanhos diferentes. Ela revela de imediato que, quanto menor é o animal, mais curtos são os ciclos e, portanto, maior é sua frequência. No homem adulto, a duração média de um ciclo é de 90 minutos, no gato 45, no rato dez e no camundongo cinco minutos. Na criança em torno dos dez anos de idade a duração dos ciclos é de cerca de uma hora e no gato jovem de apenas 20 minutos. No elefante, um ciclo dura em média cem minutos. A duração dos ciclos depende do tamanho não só em adultos de diferentes espécies, como difere ao longo da vida, numa mesma espécie, em função do crescimento.

Não se sabe ainda a razão dessa rela-

ção, que é quase linear, entre duração dos ciclos de sono e peso. Sabe-se, por outro lado, que há uma relação definida entre o peso e a demanda energética do organismo, que diminui em função do aumento do tamanho. Um camundongo necessita, proporcionalmente, muito mais energia para se manter vivo do que um homem ou um elefante. E em uma mesma espécie há relação similar entre a demanda energética na infância e no estado adulto. A criança, por exemplo, tem de extrair muito mais energia dos alimentos (o que se denomina metabolismo) e por isso come proporcionalmente mais do que o adulto. Essa relação homóloga entre metabolismo e tamanho, de um lado, e tamanho e duração dos ciclos, de outro, tenta-nos a estabelecer uma correlação entre ambas para se descobrir a função (ou as funções) do sono.

A hipótese mais simples é a de que o sono se destina à recuperação, pelo organismo, de um possível débito energético estabelecido durante a vigília. Sentimo-nos cansados se não dormimos um dia, mas o débito energético pode ser recuperado por um reforço alimentar. A sensação de cansaço relacionada à insuficiência de sono talvez não resulte propriamente de fadiga, mas da inibição parcial dos mecanismos que mantêm o equilíbrio postural e da impressão de que se vai perder a consciência. Essa hipótese é compatível com o fato de que muitas pessoas despertam de um cochilo com incômoda sensação de fadiga, e a maioria tem a mesma sensação ao acordar de manhã, a despeito de muitas horas de sono pretensamente restaurador das energias. Outras hipóteses atribuem ao sono, especialmente ao sono dessincronizado, a função de permitir a recarga de estoques de substâncias que intervêm na transmissão de informação no sistema nervoso, rearranjar funcionalmente a memória e sedimentar o aprendizado. Voltaremos a esse assunto mais tarde.

O sono sincronizado e o dessincronizado não se distribuem igualmente nos ciclos em função do tempo. A duração do sono sincronizado é aproximadamente proporcional ao logaritmo da duração total do sono, isto é, o tempo de sono sincronizado aumenta com o do sono total, mas aumenta menos do que este em função do tempo; a proporção de sono sincronizado é maior no início do sono e a de dessincronizado é maior no final. O sono dessincronizado constitui 50 a 60% do total (cerca de 17 horas) na criança re-

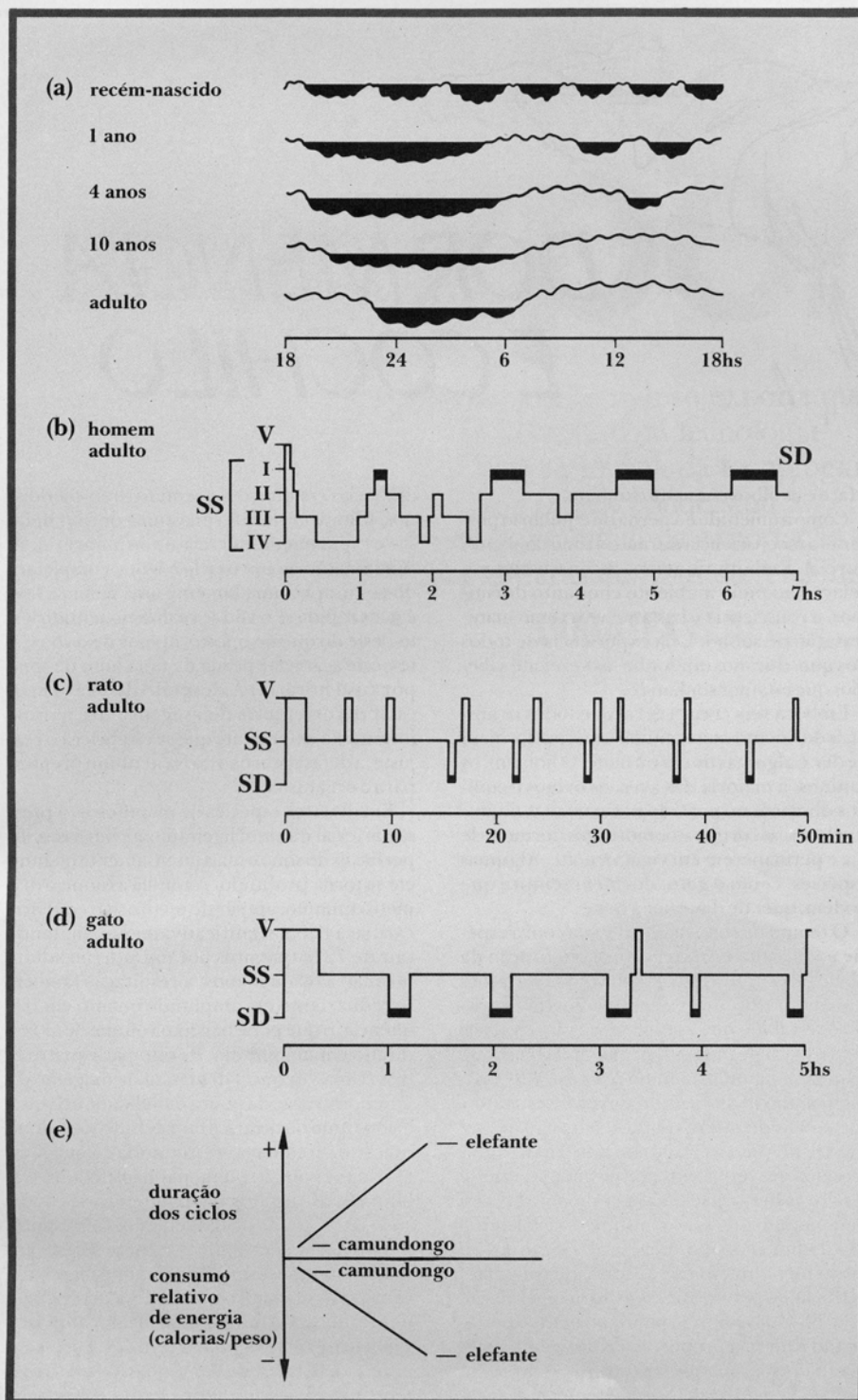


Fig. 3. (a) Ciclos de sono no homem em diversas etapas da vida. As ondulações em negro representam as fases do sono, e as ondulações em traço indicam oscilações no grau de vigília. Note-se que os dois estados evoluem em fases: no recém-nascido, os ciclos são frequentes e mais curtos do que no adulto e os períodos de vigília são bastante breves; com um ano de idade, o padrão adulto já se configura nitidamente, pois os ciclos, embora mais curtos e frequentes, concentram-se no período noturno; aos quatro anos de idade, os ciclos são mais duradouros e sua frequência diminui, embora a duração total seja semelhante à que prevalece no primeiro ano; aos dez anos, desaparece o período de sono vespertino; o padrão do adulto se estende até a velhice, quando o tempo total de sono diminui. A altura das oscilações representa a profundidade do sono. Os números abaixo do gráfico indicam a hora do dia (N. Kleitman, 1963).

(b) Ciclos de sono de um adulto humano. As fases estão representadas como V (vigília) e sono sincronizado (fases I, II, III e IV). O sono dessincronizado foi representado como equivalente à fase um, quando, de fato, trata-se de um estado especial de sono, distinto desta fase. Os períodos de sono dessincronizado foram destacados no gráfico com faixas negras. Note-se que o sono sincronizado predomina no início e o dessincronizado no fim do período. O tempo está marcado no eixo das abscissas, em horas (W.C. Dement e N. Kleitman, 1957).

(c) Ciclos de sono do rato adulto, simplificado apenas em sono sincronizado e dessincronizado. Nas abscissas, tempo em minutos.

(d) Ciclos de sono no gato adulto. Tempo em horas.

(e) Relação entre o consumo relativo de energia (calorias/peso) e duração dos ciclos ao longo da escala dos mamíferos (do camundongo ao elefante). Quanto maior o tamanho dos animais, menor seu consumo energético relativo e maior a duração dos ciclos.

cém-nascida e baixa para 30% seis meses depois, havendo aumento correspondente do sono sincronizado (figura 4). Na criança, o sono dessincronizado ocorre em sete ou oito episódios e na puberdade baixa para quatro ou seis, frequência que se mantém no adulto. Cada episódio dura 25 a 33 minutos até os 50 anos, tendendo a encurtar para 22 a 24 minutos na velhice. No gato, os episódios de sono dessincronizado duram 15 a 20 minutos e no rato, cujos ciclos são muito breves, duram em média aproximadamente dois minutos, podendo porém limitar-se a dois ou três segundos. As fases II e III do sono sincronizado são longas na infância, abreviando-se em função da idade. Em média, o sono dessincronizado constitui 5% do sono total na coiba, 15% no rato, 20% no gato e cerca de 25% no adulto humano.

Se o período de vigília se dilata, posteriormente o sono sincronizado se alonga. Em algumas espécies, após vigília excessivamente prolongada, desenvolve-se, sobretudo em indivíduos jovens, um quadro anômalo, caracterizado por inquietude e aumento da agressividade e depois apatia, além de redução da capacidade de aprendizagem. Cães, gatos e ratos muito jovens podem morrer se a privação de sono se estende por uma semana; os adultos geralmente toleram bem a privação por dois ou três dias. O adulto humano suporta bem a privação por alguns dias, em especial as pessoas introvertidas e quietas.

Não há estudos de privação indefinida no homem, mas é de se prever que os efeitos não difiram dos descritos para outros animais. É possível privar-se alguém apenas de sono dessincronizado, mas não apenas do sincronizado; experimentos antigos de privação seletiva de sono dessincronizado aparentemente provavam serem os sonhos essenciais à manutenção da saúde, ou mesmo da vida, uma vez que na compensação os sonhos eram mais frequentes. Estudos recentes não confirmaram essa impressão; de fato, vários fisiologistas demonstraram que, dormindo-se pouco, cria-se um débito de sono sincronizado e de sono dessincronizado, mas é a compensação de sono sincronizado a prioritária. Em diversas espécies, inclusive a humana, verifica-se, após a privação de sono, que no primeiro dia de sono livre a compensação do dessincronizado atinge 70%, ao passo que o sincronizado é supercompensado, com um aumento de duração superior a 100%.



DORMÊNCIA E COCHILO

As variações das oscilações elétricas que ocorrem no sistema nervoso central constituem apenas um aspecto da fenomenologia do sono. Outras alterações funcionais devem ser analisadas para que se possa caracterizá-lo de forma mais completa.

Talvez a mais patente manifestação do sono seja a tríade quietude, perda do equilíbrio postural e inconsciência. A análise acurada, no entanto, mostra que a imobilidade não é total, uma vez que nas várias fases do sono ocorrem movimentos corporais. Mesmo nos animais que dormem deitados, a musculatura só relaxa completamente durante o sono dessincronizado. Em nossa espécie, o relaxamento da musculatura parece ser tanto menor quanto mais jovem é o indivíduo. Na primeira infância, a posição mais comumente adotada pelo corpo é o decúbito dorsal (barriga para cima), mantendo-se os membros semifletidos. O adulto dorme em todas as posições possíveis, mas a temperatura ambiente é fator relevante na adoção da posição: no inverno, geralmente se dorme encolhido, para reduzir a superfície de dissipação de calor; no verão, adota-se uma posição que facilite a perda de calor.

A movimentação do corpo durante o sono provavelmente destina-se a evitar que a compressão da pele, causada pelo peso, impeça a circulação sanguínea das regiões mais superficiais. Quando, por exemplo, dormimos de mormente em qualquer posição que cause compressão de uma das axilas, sentimos o braço dormente ao despertar, porque o fluxo de sangue arterial para este membro foi interrompido por muito tempo. Essa dormência, que é uma autêntica anestesia local, deve-se ao bloqueio, por falta de oxigênio, do fluxo de impulsos elétricos conduzidos pelas fibras nervosas ao sistema nervoso central, os quais transmitem informações que são interpretadas como tato, pressão, temperatura e dor. Se a deficiência de irrigação do braço é intensa, torna-se difícil ou impossível movimentar os dedos ou toda a mão, porque os impulsos nervosos que levam às células musculares as informações que desencadeiam sua contração também são interrompidos.

A ocorrência de sonhos acompanha-se de uma movimentação peculiar. Os olhos, geralmente desviados para cima e para fora durante o sono, movimentam-se de um lado para o outro, alternadamente, e a face, as mãos, os pés e às vezes o tronco exibem pequenos movimentos. Fenômenos similares se verificam em outros animais. O cão, o gato, os macacos e muitos outros movem as extremidades dos membros,

a face e os olhos enquanto sonham.

Como a quietude e a perda do equilíbrio postural, a inconsciência durante o sono também é parcial. Embora fiquemos inconscientes em relação ao meio ambiente enquanto dormimos, a consciência é bastante viva como manifestação de sonho. É da experiência de todos nós que, durante um sonho, às vezes até sabemos que estamos sonhando.

Embora seja crença geral que todos os animais dormem à noite, muitas espécies dormem de dia, e algumas de dia e à noite. O homem, os caninos, a maioria das aves, os ovinos e equinos dormem no período noturno mas muitos roedores, as corujas e os morcegos dormem de dia e permanecem em vigília à noite. Algumas espécies, como o gato, dormem sempre que podem, quer de dia, quer à noite.

O tempo de sono também varia com a espécie e, em cada espécie, difere em função da idade e dos indivíduos, embora essas variações se deem em torno de valores médios característicos. É sabido que as crianças, assim como os gatos, os cães e muitos outros animais com que o homem mantém contato mais estreito, dormem muito mais do que os jovens, e estes dormem mais do que os adultos. No primeiro semestre de vida, a criança dorme em períodos irregulares, separados por períodos de alerta de duração variável, mas geralmente breves. Seus períodos de sono constituem cerca de 2/3 das 24 horas do dia. Em geral, no quinto ou sexto mês aumenta significativamente a frequência de períodos de alerta, mas a duração total do sono continua por muito tempo perfazendo a mesma proporção do dia. Aos poucos ela decresce, até que, no adulto, a razão sono/vigília se inverte. Nas idades mais avançadas, o período de sono contínuo reduz-se ainda mais, chegando a 1/4 ou 1/6 das 24 horas do dia, tornando-se porém frequentes os cochilos breves e superficiais. Tendência similar também prevalece em outros mamíferos estudados.

O estudo da duração do sono em milhares de gêmeos monozigóticos e dizigóticos evidenciou ser esse parâmetro determinado geneticamente, embora contingências externas possam modificá-lo. A própria qualidade do sono, em termos de quietude e bem-estar, resulta igualmente de determinação genética mas, como a duração, pode modificar-se em função de fatores ambientais.

A alternância entre estados de vigília e de sono, determinada geneticamente, processa-se mesmo quando há supressão artificial do ciclo claro-escuro, resultante das alternâncias dia-noite. Quando se viaja de avião a longas

distâncias em direções e sentidos transmeridianos, o horário em que se costuma dormir defasa-se rapidamente em relação ao horário local. A adaptação ao novo ciclo é lenta, completando-se em aproximadamente uma semana, mas é mais rápida se o voo se realiza no sentido leste-oeste do que no oposto, apesar de o voo leste-oeste acarretar perda de uma hora de sono por fuso horário. A despeito do breve mal-estar decorrente da defasagem entre o ritmo interno e o externo até que se estabeleça o reajuste, a defasagem não causa nenhum prejuízo para o organismo.

Em diversas espécies de mamíferos, a pressão arterial diminui ligeiramente nas fases superficiais do sono e mais intensamente quando ele se torna profundo. A pupila assume o diâmetro mínimo, apesar do escuro; a frequência cardíaca baixa significativamente, podendo cair de 72 batimentos por minuto (no adulto normal) a 60 ou menos; a respiração também se reduz, tanto em amplitude quanto em frequência, o que pode baixar o volume de ar respirado em um minuto, de oito para quatro litros. Uma vez que a demanda de oxigênio diminui, em razão da pouca mobilidade e da queda no ritmo de diversas outras funções, a diminuição da frequência respiratória e a queda de 50% na ventilação pulmonar não afetam a viabilidade do organismo, mantendo-se condições satisfatórias de oxigenação. Entretanto, parece haver em algumas crianças defeito em um dos mecanismos primários que mantêm a ventilação normal, o que pode acarretar sua morte durante a fase de sono mais profundo.

Nas espécies humanas, a temperatura corpórea baixa cerca de 0,3°C quando nos deitamos, provavelmente por causa do relaxamento da musculatura. Durante a primeira hora de sono, a queda aumenta para 0,5°C, em média, mas quando despertamos, a temperatura volta a subir rapidamente. Fenômeno interessante, e ainda não explicado, é que a temperatura da planta dos pés tende a cair antes da do resto do corpo e a retornar ao valor de vigília um pouco antes do despertar.

A secreção salivar e a gástrica são deprimidas e a concentração de diversas substâncias no sangue altera-se nitidamente quando dormimos. A produção de urina pelos rins reduz-se e a sudorese da palma das mãos e da planta dos pés decresce consideravelmente, o que é compreensível quando se leva em conta que a secreção de suor nessas regiões destina-se a aumentar a aderência da pele aos objetos (região palmar) e ao solo (região plantar), sendo tanto maior quanto mais intenso é o alerta.

O sono dessincronizado é muito sensível a numerosos fatores externos e internos. Chama a atenção, por exemplo, que drogas eficazes no tratamento de doenças mentais reduzem o tempo de sono dessincronizado, o que leva a pensar que a privação específica desse estado de sono possa melhorar pacientes com afecções psiquiátricas. Entretanto, essa possibilidade é restrita por causa de outras complicações que podem resultar da privação. K. Hoshino, do Departamento de Fisiologia do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola da Universidade Estadual Paulista, em Botucatu, verificou, por exemplo, que a privação de sono torna o animal mais suscetível a convulsões. Para Elisaldo L.A. Carlini e colaboradores do Departamento de Psicobiologia da Escola Paulista de Medicina, que vêm estudando intensa e extensamente os mecanismos dos efeitos da privação de sono no rato, vários desses efeitos são compatíveis com o desenvolvimento de hipersensibilidade à dopamina, uma das substâncias mediadoras da transmissão de informação no sistema nervoso central.

A temperatura ambiente influi decisivamente no sono. Nos limites de uma estreita faixa de temperatura, a duração do sono oscila em torno de determinado valor. De 1970 a 1972, W.R. Schmidek, M. Schmidek, K. Hoshino e o autor deste artigo estudaram a alteração do sono do rato em função da temperatura ambiente. Durante o sono dessincronizado, se a temperatura ambiente é alta (acima de 22°C), o rato dorme estirado e relaxado, mas, se for baixa, ele se encolhe. Quando a temperatura ultrapassa 30°C ou é inferior a 20°C, o tempo de sono reduz-se, à custa da diminuição do sono dessincronizado, fato compatível com o conceito atual de que é o tempo de sono sincronizado que deve ser preservado. Quando o organismo está adaptado a altas ou baixas temperaturas por exposição prolongada, como sucede normalmente à medida que o verão e o inverno se estabelecem, a vulnerabilidade do sono dessincronizado às grandes variações diminui. No gato adaptado ao verão, a incidência de sono dessincronizado atinge o mínimo quando se reduz a temperatura ambiente a 0°C, mas se estiver adaptado ao inverno o mínimo ocorre quando a temperatura ambiente baixa a -10°C. Alterações homólogas do sono dessincronizado também se verificam quando o animal é exposto a altas temperaturas.

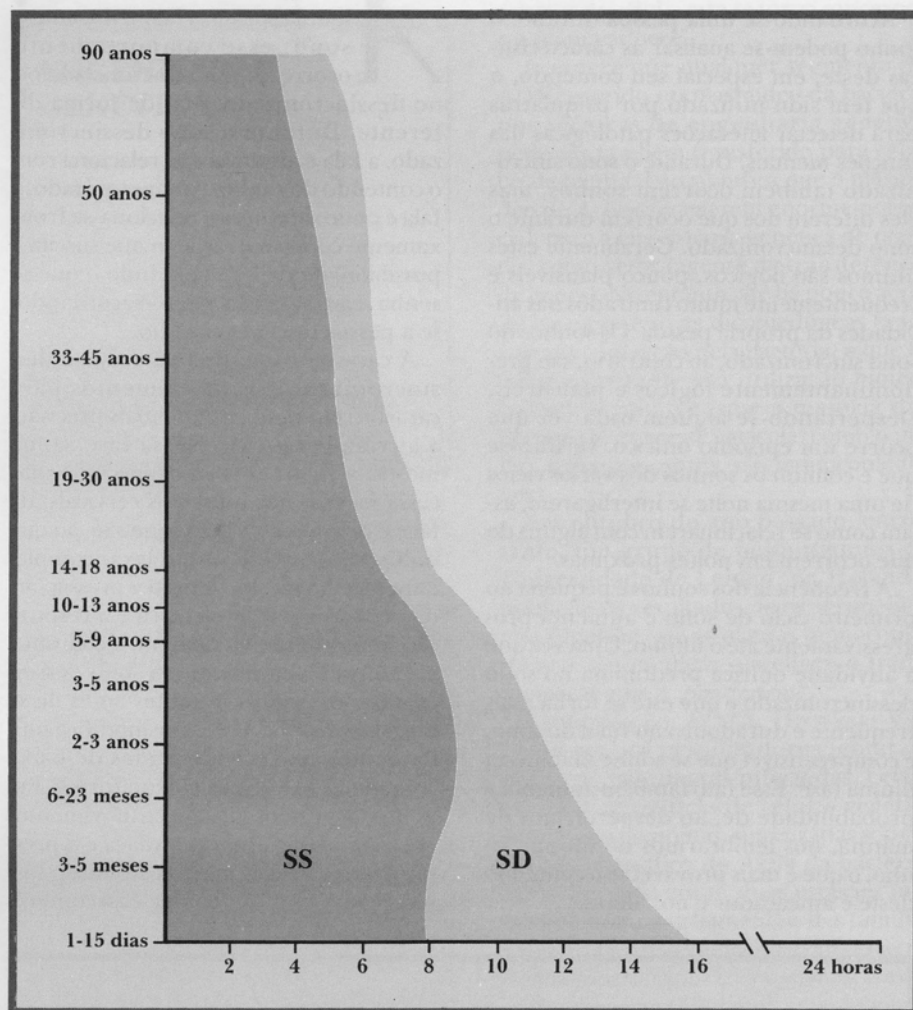


Fig. 4. Tempo médio de sono sincronizado (SS) e dessincronizado (SD) desde o nascimento até aos 90 anos de idade. O SD cai rapidamente, de cerca de oito horas por dia logo após o nascimento até pouco mais de três horas, aos três anos. A duração total do SD mantém-se quase invariável até a velhice, mas sua proporção em relação ao sono sincronizado diminui paulatinamente. O tempo de sono total é igual à soma dos tempos de SS e de SD (H. P. Roffwarg, J. N. Muzio e W. C. Dement, 1966)

Uma das descobertas mais relevantes do grupo de Nathaniel Kleitman foi a de que a ocorrência dos sonhos pode ser detectada instrumentalmente. Pode-se até prever o início de um episódio onírico pelo EEG. Observando o sono de sujeitos humanos durante noites inteiras, o grupo de Kleitman notou que os olhos das pessoas se moviam durante alguns períodos. Quando acordadas nos momentos em que ocorriam os movimentos oculares rápidos (figura 5), as pessoas quase sempre diziam que estavam sonhando, confirmando assim a hipótese que relaciona os dois fenômenos. Quando despertavam durante o sono sincronizado, mais raramente havia relato de sonho.

Esses estudos, reproduzidos rotineiramente em laboratórios de sono de todo o mundo, evidenciam que a maioria dos

sonhos ocorre durante o sono dessincronizado e apenas uma pequena fração sucede no sono sincronizado. Levando em conta que uma pessoa adulta normal dorme quatro a seis ciclos por noite e que cada ciclo contém uma fase de sono dessincronizado, conclui-se que temos pelo menos de quatro a seis episódios de sonho por noite. O fato de que só ocasionalmente nos damos conta de que sonhamos deve-se a que os sonhos só passam à memória quando despertamos durante sua ocorrência ou nos primeiros dez a quinze minutos subsequentes ao seu término. Se, porém, despertamos em meio a esse curto período e reevocamos o episódio onírico em vigília, ele é memorizado e passa a integrar nosso patrimônio mnemônico. Quanto mais precoce é o despertar, mais fiel é a reconstituição do sonho.

Acordando-se uma pessoa durante o sonho podem-se analisar as características deste, em especial seu conteúdo, o que tem sido utilizado por psiquiatras para detectar alterações patológicas das funções mentais. Durante o sono sincronizado também ocorrem sonhos, mas eles diferem dos que ocorrem durante o sono dessincronizado. Geralmente estes últimos são ilógicos, pouco plausíveis e freqüentemente muito centrados nas atividades da própria pessoa. Os sonhos do sono sincronizado, ao contrário, são predominantemente lógicos e plausíveis. Despertando-se alguém toda vez que ocorre um episódio onírico, verifica-se que é comum os sonhos dos vários ciclos de uma mesma noite se interligarem, assim como se relacionarem com alguns do que ocorrem em noites próximas.

A freqüência dos sonhos é pequena no primeiro ciclo de sono e aumenta progressivamente até o último. Uma vez que a atividade onírica predomina no sono dessincronizado e que este se torna mais freqüente e duradouro no final do sono, é compreensível que se sonhe mais nesta última fase. Esse fato também aumenta a probabilidade de, ao despertarmos de manhã, nos lembrarmos do último sonho, o que é mais provável se o conteúdo deste é ameaçador e nos alerta.

Algumas pessoas falam durante o sono; esse comportamento ocorre no sono sincronizado ou no dessincronizado, mas de forma diferente. Durante o sono dessincronizado, a fala é afetuosa e se relaciona com o conteúdo do sonho. No sincronizado, a fala é pouco afetuosa e relaciona-se frouxamente com a narração, o que suscita a possibilidade de que nem tudo o que se sonha seja lembrado, mesmo acordando-se a pessoa durante o sonho.

A caracterização precisa do sono dessincronizado nos dá elementos para caracterizar, também com mais precisão, a atividade onírica. Nessa fase, como mostra a figura 6, a atividade muscular cessa mesmo nos músculos cervicais, da face e oclusores da boca, que são, ao que tudo indica, os últimos a relaxar completamente. Ao mesmo tempo a pressão arterial, a freqüência cardíaca e a respiração se reduzem. No homem, é comum a ereção peniana durante o sono dessincronizado. Alguns instantes antes de se iniciar um sonho, o EEG se modifica nitidamente, aparecendo ondas de baixa freqüência e de aspecto cuneiforme. Em poucos segundos iniciam-se movimentos oculares, a freqüência cardíaca e a pressão arterial se elevam e a respiração torna-se geralmente irregular. São comuns,

então, contrações breves e mal coordenadas de músculos dos membros, da língua, da face e às vezes do tronco e do pescoço. Se a pessoa desperta nesses momentos, pode-se em geral correlacionar o conteúdo do sonho com as contrações musculares, inclusive dos olhos. Se sonhamos que estamos falando ocorre vocalização, e o registro de potenciais elétricos das células musculares da língua evidencia contrações breves e irregulares. Se sonhamos que estamos gritando, em geral apenas grunhimos. Se sonhamos que estamos correndo, vários músculos dos membros inferiores se contraem, mas também de forma incoordenada. Chamam a atenção, dentre toda a atividade motora dos sonhos, os movimentos dos olhos, que também são uma manifestação motora mal coordenada, apenas sugestiva de que se está seguindo uma cena onírica visual.

Os movimentos oculares podem ser registrados por meio de eletrodos colocados em torno das órbitas, possibilitando identificar sua direção e sentido e correlacioná-los com o conteúdo visual do sonho. No rato, animal cujo sentido olfativo é muito mais desenvolvido do que o visual, verificam-se durante a atividade onírica movimentos muito ativos do focinho, como se ele estivesse farejando, e poucos movimentos oculares. É provável inclusive que os animais em que o olfato é mais importante do que a visão tenham sonhos de conteúdo predominantemente olfativo.

O registro de potenciais elétricos de regiões do sistema nervoso relacionadas com a visão revela que os movimentos oculares não são fenômenos fortuitos nem independentes, participando da ativação de circuitos nervosos complexos que intervêm no processamento das informações visuais. Esses potenciais, na verdade, precedem a movimentação ocular, provavelmente porque a interpretação das cenas (que se tornam visuais apenas depois de identificadas pelo processo consciente) é que determina a movimentação ocular.

Os fenômenos que ocorrem durante o sonho são similares, embora distintos, aos que o sistema nervoso organiza durante os alertas da vigília, configurando um alerta de fato, causado pela atividade mental que é o sonho propriamente dito. Em outros animais, como mencionamos, foram identificados sinais equivalentes aos da atividade onírica humana, só faltando, para configurar o sonho, a narração, obviamente impossível.

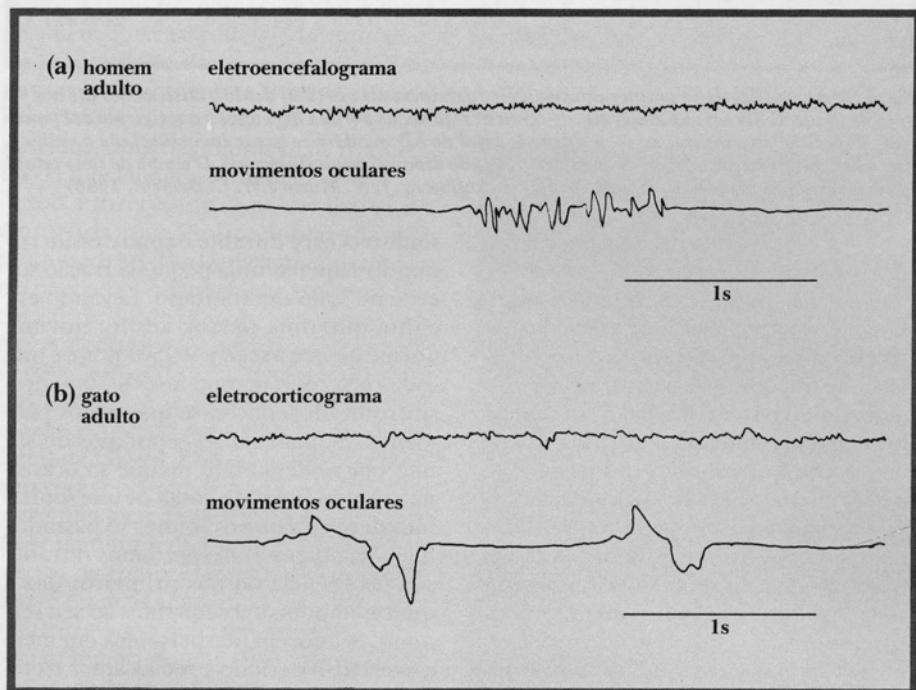


Fig. 5. (a) eletroencefalograma occipital e registro dos movimentos oculares em homem adulto durante o sono dessincronizado, em escala de tempo de um segundo. (b) Eletrocorticograma e movimentos oculares em gato adulto durante o sono dessincronizado. O registro foi feito com alta velocidade para destacar as características dos movimentos oculares durante a fase onírica. A escala de tempo também é a de um segundo.

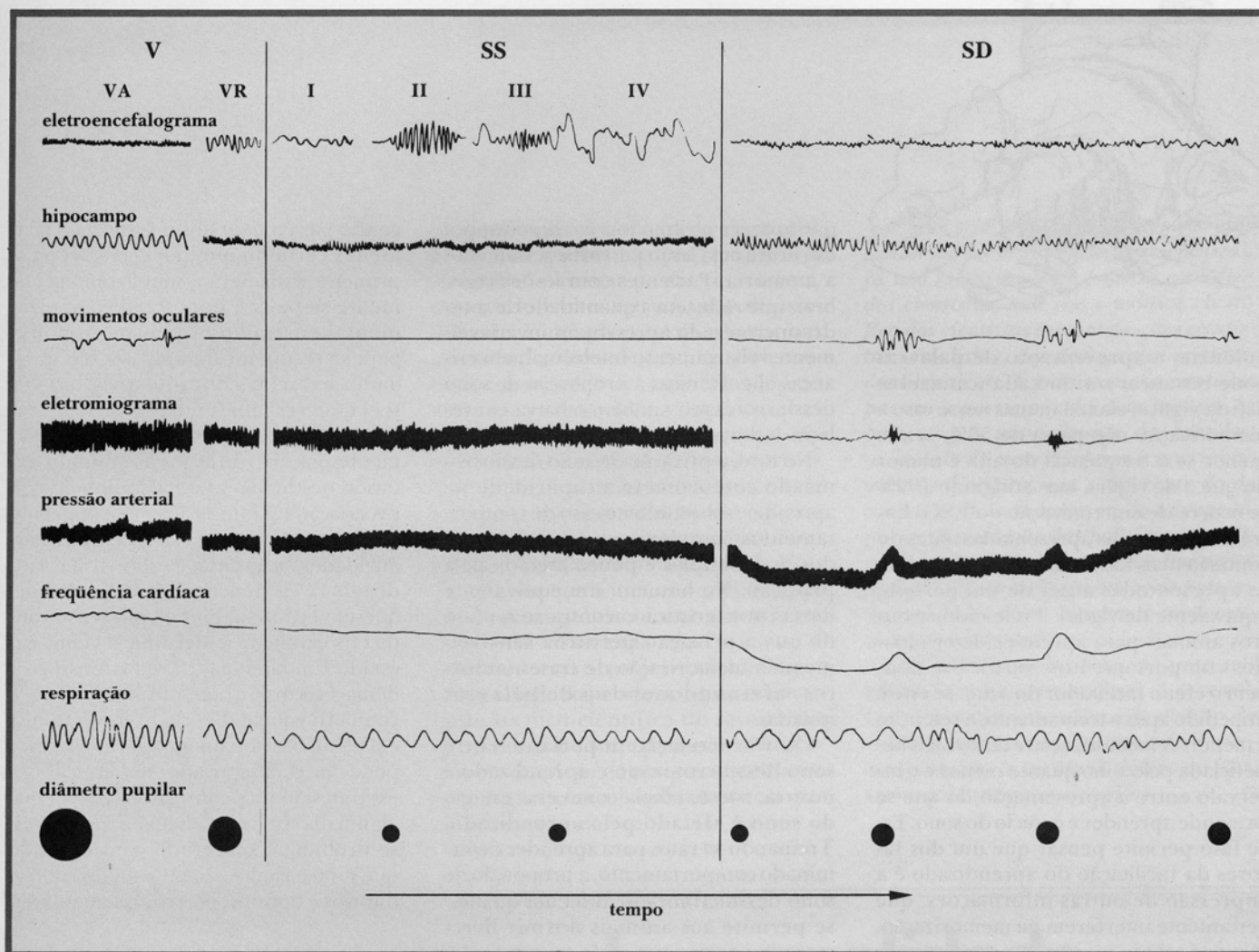


Fig. 6. Representação semi-esquemática da evolução simultânea e consecutiva de alguns fenômenos durante o sono. Na vigília (V) as ondas da região frontal do cérebro estão dessincronizadas nos períodos de atenção (VA), mas, nos primatas — e sobretudo no homem —, assumem a forma de ritmo alfa durante a vigília relaxada (VR). No hipocampo, quando o grau de alerta é alto, a vigília caracteriza-se pelo ritmo teta. Os movimentos oculares são irregulares, porque em vigília o ambiente é examinado pelos olhos de forma contínua e irregular. O eletromiograma, que é o registro dos potenciais elétricos de células musculares, é muito ativo em vigília, particularmente na musculatura que mantém o equilíbrio do corpo e da cabeça. Quando a vigília é atenta, a pressão arterial, a frequência cardíaca e a respiração são irregulares. A dilatação da pupila, fenômeno sempre presente durante a vigília, atinge o máximo durante o alerta intenso.

Na vigília relaxada há uma tendência à regularização da pressão arterial, da frequência cardíaca e da respiração. A pupila se fecha um pouco. Durante o sono sincronizado (SS), o eletroencefalograma se modifica. As ondas do hipocampo dessincronizam-se, os movimentos oculares cessam, a atividade muscular reduz-se de maneira significativa; na musculatura postural, resta atividade especialmente na área cervical e nos músculos que fecham a boca. A pressão arterial se estabiliza, assim como a frequência cardíaca e a respiração. O diâmetro pupilar se reduz ao mínimo.

No sono dessincronizado, o eletroencefalograma frontal torna-se dessincronizado (como na fase de alerta) e no hipocampo retorna o ritmo teta. A pressão arterial diminui na maioria das espécies estudadas, assim como a frequência cardíaca. A respiração, além de baixar em frequência torna-se em geral irregular. Durante os sonhos, os olhos se movem rápida e irregularmente, ocorrem alguns abalos musculares, a pressão arterial e a frequência cardíaca se elevam, a respiração torna-se ainda mais irregular (às vezes, com notável aceleração) e o diâmetro da pupila aumenta. Todos esses fenômenos caracterizam um verdadeiro alerta voltado para dentro, e não para o ambiente externo. Observe-se ainda que a atividade muscular cessa inteiramente no sono dessincronizado.

Entretanto, é evidente que esses fenômenos podem correlacionar-se com uma atividade mental homóloga à nossa, embora certamente mais primitiva (como, aliás, deve ser a da criança). É absurdo acreditar que não ocorram sonhos em outras espécies animais por serem eles uma atividade mental altamente elaborada. Ao contrário, ele deve ser uma atividade mental primitiva, resultante da combinação de informações liberadas pela memória; é possível que o caráter mais lógico dos sonhos do sono sincronizado decorra do fato de que nele os sistemas que regulam a vigília estão mais organizados do que no sono dessincronizado, quando um alerta diverso do desperto se estabelece.

Uma vez que durante os sonhos o sistema nervoso mobiliza diversos mecanismos que também ocorrem em vigília, embora se trate de uma vigília voltada para dentro, pode-se perguntar por que razão não corremos de fato quando sonhamos que estamos correndo, e apenas grunhimos quando sonhamos que gritamos. A razão imediata (não a primária, evidentemente) é que, assim como os sentidos, também a musculatura fica desligada do mundo exterior durante o sono. Numerosos experimentos demonstraram que enquanto dormimos são postos em ação mecanismos poderosos que interrompem as ligações do sistema nervoso com a musculatura; até se conhecem alguns lo-

cais em que se organizam esses mecanismos. Sua inativação experimental impede a inibição da atividade muscular e permite a manifestação dos movimentos e posturas durante os sonhos. O gato pode, após esse procedimento, levantar-se, chiar, arreganhar os dentes, dar patadas e locomover-se durante um sonho.

A afirmação de que se pode aprender dormindo é antiga e sua exploração comercial bem conhecida: ainda se vendem fitas para o aprendizado de idiomas durante o sono. Mas essa hipótese não resistiu a experimentos bem controlados. Provou-se nessas investigações que a memorização de palavras enquanto dormimos só ocorre quando as próprias palavras nos despertam. Durante a so-



nolência, a apresentação de palavras pode restaurar o ritmo alfa (característico da vigília relaxada), mas nesse caso a memorização não passa de 50%, sendo menor se a frequência do alfa é menor do que a de vigília, mas atingindo 100% se ocorre dessincronização do EEG. Entretanto, palavras apresentadas antes do sono são mais facilmente aprendidas que as apresentadas antes de um período equivalente de vigília. Treinando-se outros animais para aprender determinados comportamentos, verifica-se também o efeito facilitador do sono: se este é impedido após o treinamento, a retenção é menor. A memorização é tanto mais beneficiada pelo sono quanto menor é o intervalo entre a apresentação do que se pretende aprender e o início do sono. Esse fato permite pensar que um dos fatores da facilitação do aprendizado é a supressão de outras informações, que certamente interferem na memorização, já que é sabido que um dos mecanismos mais relevantes do processo de esquecimento é a interferência de outras informações. Contudo, também parece haver mecanismos ativos ligados ao sono que facilitam a aprendizagem. Um dos argumentos a favor dessa hipótese é que, se despertamos uma pessoa após cinco horas de sono e lhe apresentamos diapositivos com figuras que deve memorizar, permitindo-lhe em seguida voltar a dormir, há menor retenção quando o sono dessincronizado não ocorre ou é breve do que quando sua duração é maior.

Os mecanismos implicados na facilitação do aprendizado pelo sono são desconhecidos, mas algumas pistas já começam a ser vislumbradas. Uma delas é que a administração de substâncias que intensificam o alerta também facilita sensivelmente a retenção; ora, o sono dessincronizado se caracteriza justamente pela dessincronização do EEG e dá lugar a diversos sinais de alerta quando acontecem os sonhos. Outro sinal do alerta de vigília é a eclosão de ondas teta, potenciais oscilantes com frequência de 4 a 7 Hz, em algumas regiões do sistema nervoso (figura 6). Potenciais idênticos também se verificam, nas mesmas regiões durante o sono dessincronizado, a despeito da profundidade dessa fase, marcada por forte alienação do sistema nervoso em relação ao mundo exterior. Uma das regiões em

que aparece o ritmo teta é o hipocampo, estrutura cuja lesão perturba seriamente a memória. Pacientes com lesões cerebrais que reduzem a quantidade de sono dessincronizado apresentam invariavelmente rebaixamento intelectual; em crianças oligofrênicas a proporção de sono dessincronizado também é baixa em relação à duração do sono total.

No rato, a privação de sono dessincronizado compromete a capacidade de aprender, sobretudo no caso de comportamentos complexos; a aprendizagem dos mais simples é pouco afetada pela privação. No homem, um equivalente dessa característica encontra-se no fato de que a privação perturba sensivelmente a memorização de frases ou textos, afetando menos a de palavras isoladas.

Outra correlação importante entre sono dessincronizado e aprendizado é inversa, isto é, revela como esse estágio do sono é afetado pelo aprendizado. Treinando-se ratos para aprender determinado comportamento, a proporção de sono dessincronizado aumenta quando se permite aos animais dormir livremente após as sessões de treinamento. Em crianças de seis meses de idade treinadas para executar um gesto seguido de uma recompensa e depois postas a dormir, verifica-se que o tempo de sono dessincronizado aumenta consideravelmente enquanto o de sincronizado não se altera.

Há também uma correlação positiva entre a adaptação a novos ambientes e a quantidade de sono dessincronizado. Camundongos postos em um ambiente desconhecido (após terem passado toda a sua vida em outro local) apresentam de imediato maior tempo de sono dessincronizado, que cai lentamente em direção à duração anterior. É provável que esse fato seja homólogo à aprendizagem de um comportamento específico, uma vez que a adaptação a um novo ambiente requer um aprendizado prolongado.

É imensa a quantidade de conhecimento acumulada sobre os mecanismos que organizam esse enigmático estado em que mergulhamos diariamente, tomando-nos quase um terço de vida. Entretanto, estamos longe ainda de compreender completamente os processos implicados em sua organização, e ainda mais distantes de entender porque precisamos dormir. A análise rigorosa da evolução do sono ao longo da escala animal e durante o desenvolvimento individual coloca, inclusive, uma questão intri-

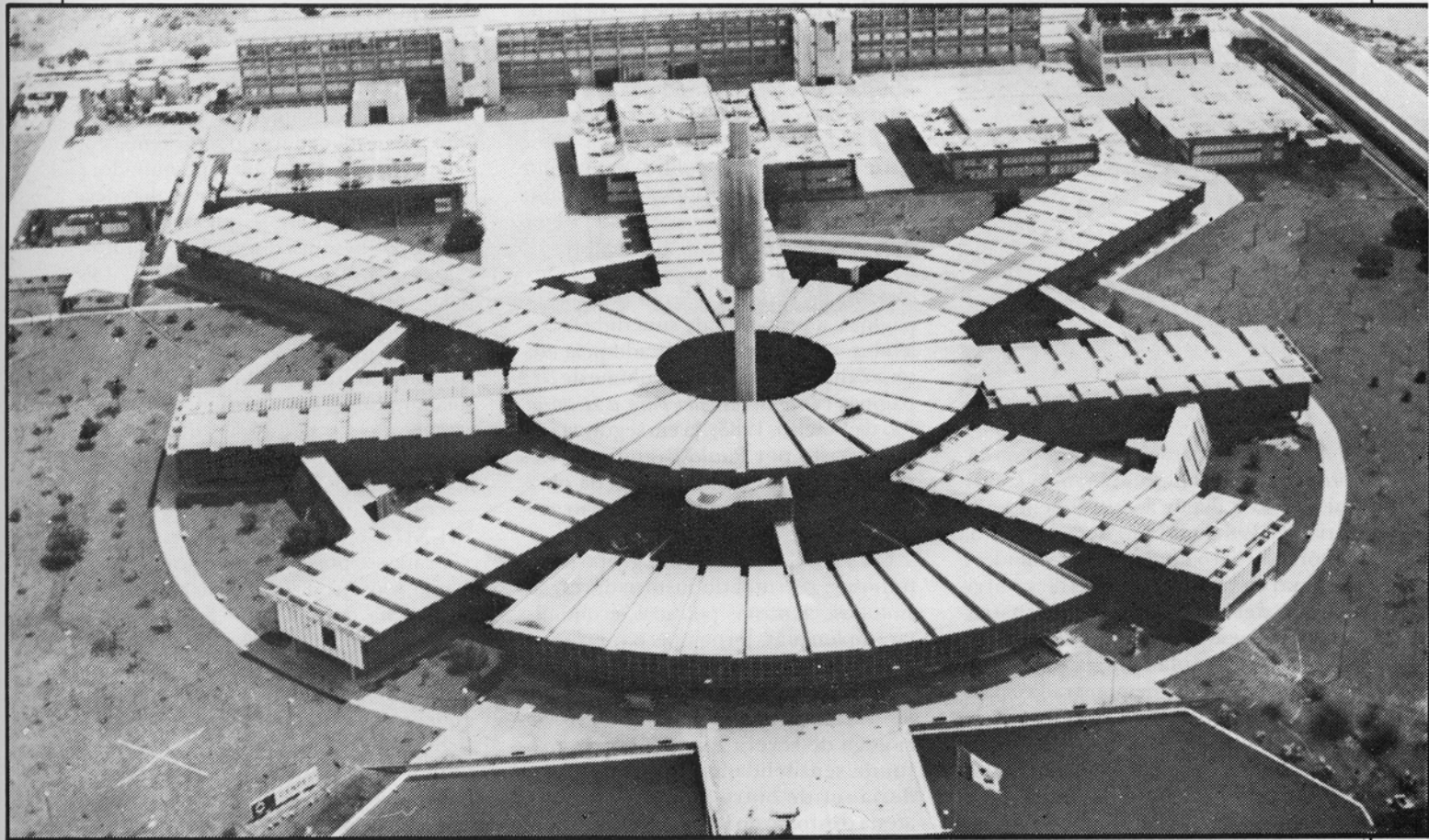
gante, para a qual nossa resposta é bem menos certa do que poderia parecer à primeira vista. Será o sono (como geralmente se pensa) um estado comportamental em que o organismo repousa para se recuperar do desgaste das atividades exercidas durante a vigília? Ou será que o estado fundamental da nossa vida é o sono, interrompido periodicamente por aberturas para o mundo exterior, destinadas à busca de alimentos, à procriação e à interação com o ambiente e com outros seres, a fim de realizarmos atividades necessárias à sobrevivência individual e filogenética? Trata-se de uma questão estranha, pois o bom senso conduz diretamente à idéia que a vigília é o estado fundamental da vida. Mas não é demais recordar que, durante o sono, a rotina funcional do organismo continua em pleno funcionamento. A rigor, não se pode dar com segurança uma resposta a essa questão mas consola-nos prever que algum dia se poderá chegar a resolver esse problema, sobretudo considerando que sono e vigília não são estados contraditórios e opostos, mas complementares.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BAUST W. (org.), *Ermüdung, Schlaf und Traum*. Fischer Taschenbuch-Verlag, 1971. Livro que contém a mais abrangente abordagem sobre o sono.
- CARLINI E.A. "REM sleep deprivation and dopamine in CNS", *Review of pure and applied pharmacological sciences*, vol. 4, 1-25, 1983.
- CIPOLLA NETO J., *Atividade eletrocorticográfica de áreas neo e paleocorticais do rato albino; aspectos fenomenológicos e controle neural durante o ciclo vigília-sono*. Tese de doutoramento. Instituto de Ciências Biomédicas da USP, 1978.
- KLEITMAN N., *Sleep and wakefulness*. University of Chicago Press, 1963. Trata-se de um verdadeiro marco histórico, com relato e discussão das principais pesquisas realizadas pelo grupo que revolucionou o estudo do sono.
- FOULKES D., *The psychology of sleep*. Charles Scribner's Sons, 1966. Livro escrito por um dos antigos membros da equipe inicial de Nathaniel Kleitman.
- SCHMIDEK W.R., HOSHINO K., SCHMIDEK M. e TIMO-IARIA C., "Influence of environmental temperature on the sleep-wakefulness cycle in the rat", *Physiology & behavior*, vol. 8, 361-371, 1972.
- TIMO-IARIA C., NEGRÃO N., SCHMIDEK W.R., MENEZES C.L.E. e ROCHA T.L., "Phases and states of sleep in the rat", *Physiology & behavior*, vol. 5, 1057-1062, 1970.

CENPES



PESQUISA, ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO.

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

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

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



PETROBRAS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.



Dicionário histórico-biográfico brasileiro, 1930-1983 — Coordenado por Israel Beloch e Alzira Alves de Abreu, Fundação Getúlio Vargas, CPDOC/Editora Forense-Universitária, Finep, 1984/5.

UMA OBRA INSTRUMENTAL

A recente publicação do *Dicionário histórico-biográfico brasileiro, 1930-83* constitui não só o maior acontecimento editorial de 1984, mas um dos maiores da história do livro no Brasil. Mais ainda: é um marco na historiografia, contribuindo decisivamente, como instrumento de pesquisa, para as outras ciências sociais, notadamente a política. A afirmativa pode ser demonstrada e justificada em poucas linhas.

Em época de dificuldade de edição, pelos altos preços envolvidos, quando editores e autores preferem livros pequenos, o Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil produz e edita, pela Forense-Universitária, uma obra em quatro alenados volumes. São mais de 3.500 páginas com três colunas em cada uma, magnificamente impressa e diagramada — louve-se o bom gosto da Editora —, apresentando excelente composição tipográfica, de leitura fácil. Constante sobretudo de verbetes biográficos, tem mais centenas de verbetes sobre os vários aspectos da vida política, como partidos, associações, órgãos de imprensa, leis especiais, acordos, tratados, sindicatos. Apresenta ainda 752 verbetes temáticos, alguns assinados por nomes significativos de historiadores ou outros cientistas sociais.

A parte mais extensa é constituída pelas biografias, que vão de algumas linhas até dezenas de páginas: são 3.741 verbetes do gênero. Somados aos 752 temáticos, tem-se 4.493 verbetes. A maior entrada, como não podia deixar de ser, pelo realce da figura, é a de Getúlio Var-

gas. Demais, a obra é feita pelo CPDOC — Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea —, órgão da Fundação Getúlio Vargas, destinado a fazer a análise do trabalho e da época de seu patrono; já existia no país a Fundação Casa de Rui Barbosa, incumbida do estudo da República Velha, em grande parte dominada pelo político baiano, que foi o seu eixo, embora menos irradiante que Vargas em relação à Segunda República (a observação é apenas registro do fato, sem caráter valorativo). O verbete é o maior do dicionário, com dezenas de páginas; a propósito de suas dimensões, lembre-se que já foi publicado pela editora Zahar, em apreciável volume de 322 páginas (*Vargas, da vida para a História*, Rio de Janeiro, 1983), já em segunda edição, escrito por Paulo Brandi, um dos mais destacados colaboradores da obra. Os verbetes mais longos e ricos são assinados.

O CPDOC constituiu um grupo de estudiosos, recrutando historiadores, sociólogos, cientistas políticos, economistas, diplomatas, jornalistas e outros, em geral jovens, em monumental trabalho, criado, planejado e dirigido por Celina do Amaral Peixoto Moreira Franco. Socióloga de severa formação, tem profunda sensibilidade histórica — e poderia ser de outro modo? —, como o atesta o esforço do Centro. Este recolheu a documentação possível do período, destacando-se em seu importante patrimônio alguns arquivos particulares, como os de Getúlio Vargas e de outros políticos de realce da época; organizados com critério, podem ser consultados pelo público. Pode-se dizer que o CPDOC está hoje entre os arquivos fundamentais para a história do Brasil, recolhendo documentação escrita, iconográfica e oral, com entrevistas de seus pesquisadores com vários protagonistas da época, em registro precioso, como se faz em alguns países de avançado desenvolvimento e é raro entre nós. Nenhum outro centro do país — Universidades ou mais instituições — fez mais que o CPDOC, graças ao dinamismo e à lucidez de sua diretora.

A coordenação geral coube a Israel Beloch, inteligente e culto, autor de verbetes, trabalhador dedicado e incansável, conhecedor das técnicas de obras de grupo, como dicionários e enciclopédias, além do sentido certo de administrador, que o credenciou para dirigir com

êxito obra de tal vulto. Importa destacar que Israel Beloch tem mais que as virtudes requeridas para o empreendimento, pois tem sentido criativo, o que dá ao trabalho brilho e novos ângulos de abordagem, criados pela sua inventiva. Contribuiu ainda decisivamente Alzira Alves de Abreu, coordenadora do setor temático, cientista social consciente e pesquisadora experimentada. Para que se tenha idéia da empresa, lembre-se que dela participaram 26 pesquisadores, 14 redatores, seis responsáveis pela iconografia, dois pelas reproduções fotográficas, 40 auxiliares de pesquisa, 25 datilógrafos, oito incumbidos da revisão tipográfica, quatro pela codificação bibliográfica, 70 colaboradores, em um total de 195 nomes. Se a esses acrescemos os responsáveis pela direção e os 70 autores de verbetes temáticos, temos quase 300 nomes — criteriosamente referidos às páginas VII-XII.

Trata-se, pois, de autêntica obra de grupo, sem estrelismo e citações exibicionistas e narcisistas, como se dá às vezes em muitas realizações. Foi possível tal empreendimento pela existência de um órgão como o CPDOC. O tempo — de alguns anos — consumido na elaboração, o fichário, o recrutamento de pessoal e tudo mais implicavam enormes gastos, que só puderam ser feitos com colaboração da Finep, superiormente orientada então sobretudo por José Pelúcio Ferreira, economista e administrador de sólida formação e amplo descortino. A leitura da lista dos colaboradores é interessante e ilustrativa da ciência social no país: se entre os autores de verbetes temáticos há muitos nomes bem conhecidos, entre os colaboradores de outros verbetes — inclusive temáticos — há muito nome de jovens cientistas sociais, alguns já com obras que os consagram e fazem prever grande futuro para a ciência social no Brasil; quando foram pesquisadores do CPDOC, talvez fossem ainda estudantes. É alentador ver esse panorama, que atesta nova fase na produção nacional nesse campo, protagonizada por gente de formação especializada, com sentido da pesquisa e do trabalho em conjunto, atestado da superação da fase de amadorismo, quando essas matérias eram para o lazer de aposentados ou ricos, com falta de preparo adequado e de continuidade no esforço.

Quando se faz a verificação é que se vê

a justeza da afirmativa inicial desta nota — o *Dicionário* é de fato um marco na historiografia e nas ciências sociais em geral. Ela não é retórica ou enfática. A crítica fácil de que contou com muitas vantagens e privilégios não procede: as vantagens não foram gratuitamente obtidas, mas resultaram de seriedade no esforço despendido. Quantas outras instituições dispõem até de mais recursos — cabe-lhes o epíteto de privilegiadas —, como certos serviços públicos e universidades federais ou estaduais, sem apresentar resultado? A competência e a dedicação dos principais dirigentes — Celina do Amaral Peixoto Moreira Franco, Israel Beloch e Alzira Alves de Abreu — é que explicam o resultado do empenho traduzido nesta edição. Com ela, a historiografia e a ciência social ganham um notável instrumento de trabalho.

Sabe-se que uma das pobreza da bibliografia nativa, notadamente a historiográfica, é a de obras que ajudem o pesquisador. Há poucas publicações específicas de bibliografias, índices, guias, repertórios, dicionários. No estado atual do estudo, depois da criação de cursos de história e mais ciências sociais, com as faculdades de filosofia e as de ciências econômicas, na década de 1930, essa falta é muito mais sentida, pois cresce o número de pesquisadores, de produtores de ciência. Todos os anos algumas dezenas de teses são apresentadas às universidades e outros órgãos, sobretudo em São Paulo. Como há editoras que lançam no mercado livros do gênero, originais ou traduzidos, a produção é cada vez mais intensa. Entretanto, a bibliografia ressen-te-se da falta de obras de referência.

Seja o caso de dicionários de história: enquanto as grandes historiografias possuem muitos e de alto padrão, a brasileira é quase indigente. O primeiro dicionário histórico que aqui se publicou remonta há quase cem anos: o de Sacramento Blake — *Dicionário bibliográfico brasileiro* —, em sete volumes, de 1883-1902. Mais bibliográfico que histórico, trata de obras e de autores. Não relaciona figuras, eventos ou instituições de interesse histórico, embora deva ser visto como histórico. Depois, outros apareceram, uns melhores, outros piores. O pior, com toda a certeza, é o editado em 1964 com o título de *Dicionário de História do Brasil*. Obra de bolso, tem 446 páginas. Assuntos vitais para o entendimento do processo brasileiro nem aparecem, sem falar que os verbetes costumam apresentar graves erros. Pior que a omissão de

nomes é o fato de certos nomes constarem indevidamente. Comprovam a afirmativa certas originalidades do autor: imagine-se que um verbete mais longo que o comum entre as biografias é o de Adolfo Hitler, com 45 linhas, número idêntico ao consagrado a Getúlio Vargas. Ausente o mínimo de técnica, a ordem é pelo prenome — Hitler, por exemplo aparece na letra A, Adolfo —, como ocorria também no velho dicionário de Sacramento Blake, dificultando seu manuseio — tanto que, em 1937 foi feito e publicado um índice para auxílio. O *Dicionário* publicado em 1964 dispensa tal ajuda, pois não deve ser mais editado e nem mesmo consultado, visto que desinforma bem mais do que informa. É quase uma piada em gênero tão útil e sério, como se poderia comprovar mencionando alguns de seus erros cômicos, verdadeiros disparates.

Já a edição do CPDOC é modelar pela pesquisa ampla e o levantamento completo, com sentido quase sempre exato do biografado ou do tema. É o sumário de 53 anos de política nacional, retrato completo da Segunda República. É claro que não está aqui a história do período, mas estão os elementos básicos para a sua elaboração. Está a vida política, não toda a vida social, o que faz da obra uma contribuição para uma história especial sob tríplice aspecto — é a história política, não a geral; a do Brasil, não a do mundo; a de 1930 a 83, não a de toda a trajetória de 483 anos.

Não é a história do período, mas será sempre consultada para o entendimento da política em época que é a nossa. O dicionário é um conjunto de informações, resolve dúvidas, mas não traça o panorama geral. Este compete ao historiador, se o objetivo é dar o quadro do processo evolutivo, com suas mudanças, na apreensão das temporalidades. Um dicionário histórico-biográfico é instrumento de trabalho para o historiador, não é ainda a história, como um dicionário comum o é para o poeta, não sendo ainda a poesia. Cite-se a passagem do poema "Procura da poesia", do livro *A rosa do povo*, de Carlos Drummond de Andrade, de 1945, que coloca a questão superiormente: "Penetra surdamente no reino das palavras. Lá estão os poemas que esperam ser escritos. (...) Ei-los sós e mudos, em estado de dicionário."

Não há de faltar quem aponte nos quatro volumes alguns erros, impropriedades. Parece-nos difícil mostrar alguma omissão, mas é possível. A principal, que

se lamenta, é a de um verbete sobre a Cepal, que teve papel decisivo no país e no continente. Não podia ser omitido. A justificativa do editor na sua bem-exposta introdução não redime a obra da falta. Lembre-se que todo esforço do gênero comporta enganos e lacunas, a serem corrigidos ou supridos por conhecedores da matéria em alguma particularidade. Eles não invalidam o trabalho.

Para conclusão, cite-se o princípio da resenha: o *Dicionário histórico-biográfico brasileiro 1930-83* é o maior acontecimento editorial de 1984 (louve-se a Editora Forense pela ousadia da iniciativa e excelência gráfica) e é um marco na historiografia brasileira, que tem nele um notável instrumento de auxílio para o historiador e mais cientistas sociais. É, sem dúvida, uma das grandes obras de referência de nossa bibliografia. Pelo critério de sua elaboração e pela técnica exata, fiel aos cânones mais severos de dicionários e enciclopédias, talvez se possa dizer que é das obras de referência mais rigorosa e superiormente realizadas no país. Leva em conta as prescrições da moderna normalização. Tem-se em cometimento tão bem-sucedido a melhor prova de maturidade da historiografia no Brasil. Basta esta edição para garantir ao CPDOC um lugar de relevo na produção científica: ela justifica plenamente a sua existência e atesta a grandeza de propósitos e a competência da direção de organismo em toda linha vitorioso.

Quem mais extensa e profundamente tratou do problema de fontes e obras instrumentais foi o historiador José Honório Rodrigues, em importante livro de 1952 — *A pesquisa histórica no Brasil*, já em terceira edição. No final, em sumário de conclusões, incluía, entre elas: "elaboração de um dicionário biográfico brasileiro, livro indispensável de referência, feito dentro da técnica moderna, baseado em pesquisas exaustivas e na autoridade dos colaboradores". O texto ora apresentado atende a essa recomendação. É o passo mais importante até hoje dado para que se elabore a obra pedida e, ainda não alcançada, de um dicionário biográfico brasileiro. Mais que biográfico, é uma enciclopédia de história para todos os interessados na realidade de um período configurador de nosso tempo.

Francisco Iglésias
Professor de História da UFMG,
Departamento de Economia.

Uma equipe de cientistas da Universidade de Illinois (EUA), chefiada por Carl Woese, acredita ter descoberto recentemente uma forma inteiramente nova de vida. A confirmação dos fatos até o momento divulgados representará um extraordinário progresso nas investigações sobre a origem dos seres vivos na Terra. Recorro então a *Ciência Hoje* para saber mais detalhes sobre as pesquisas mencionadas (...)

Renata Agra Balbueno
Porto Alegre (RS)

Procariotas e eucariotas são duas classificações adotadas para os seres vivos. Os primeiros, representados pelas bactérias, caracterizam-se pela inexistência de núcleo celular, dimensão linear da ordem de um micron (ou um milionésimo de milímetro), pequena diferenciação das suas estruturas internas e pouca quantidade de ácido desoxirribonucleico (DNA) no citoplasma. Já os eucariotas — algas, plantas superiores e animais — possuem células muito maiores (cerca de dez micra de dimensão linear), dotadas de cromossomos diferenciados dentro do núcleo (onde se concentra o DNA) e de ribossomos agrupados num retículo endoplasmático. Seu citoplasma apresenta ainda outras estruturas, como as mitocôndrias, onde ocorrem as oxidações bioquímicas geradoras de energia.

Algumas das mais antigas rochas sedimentares que conhecemos, datadas de 3,5 bilhões de anos, preservam fósseis de microorganismos, possivelmente bactérias anaeróbicas que produziam a energia necessária à sua organização e multiplicação a partir de reações de fermentação, como a transformação de glicose em piruvato, ou outras ainda mais simples. Seriam, portanto, autotróficas, isto é, capazes de sintetizar substâncias orgânicas com base em inorgânicas, como ocorre nos organismos vegetais. O aparecimento das bactérias capazes de realizar a fotossíntese (cianobactérias) demandou ainda cerca de um bilhão de anos a mais. Seu desenvolvimento até os eucariotas foi acompanhado por uma profunda modificação na composição da atmosfera terrestre, pois advém da fotosíntese a liberação de imensas quantida-

des de O_2 (que hoje corresponde a 20% da atmosfera), fenômeno que permite uma forma de metabolismo, chamado aeróbico, cuja eficiência na produção de energia é sete vezes maior do que a das fermentações.

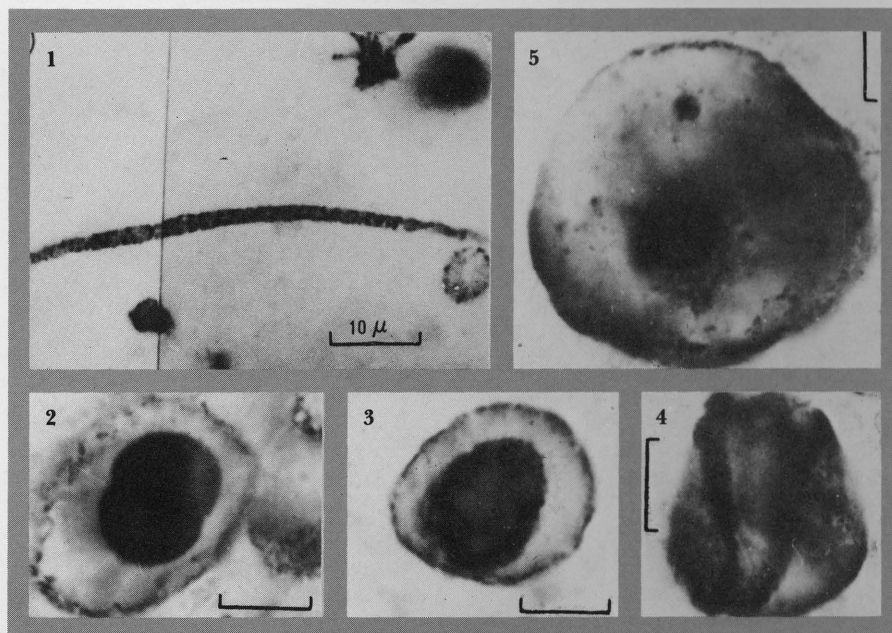
Ao longo dessa evolução, continuaram a existir, no entanto, microorganismos anaeróbicos, muitos dos quais sobrevivem ainda hoje em condições ambientais extremas, apresentando os mesmos traços básicos dos microorganismos mais primitivos. Entre eles, podemos citar os metanógenos (fontes do metano, encontrado em grande escala em águas estagnadas ou esgotos), os halófilos (que vivem em águas extremamente salgadas) e os termoacidófilos, encontrados em fontes sulfurosas onde a acidez é muito grande (pH igual a dois) e a temperatura chega a $90^\circ C$ (em gretas do oceano Pacífico, ela atinge $250^\circ C$!). Geralmente classificados como bactérias, eles poderiam sobreviver nas condições existentes na Terra há 3,5 bilhões de anos (como altas temperaturas e ausência de O_2 atmosférico); por isso, foram até aqui considerados como o ponto de partida, na escala evolutiva, para a formação das cianobactérias, algas, plantas e animais.

Nos últimos oito ou dez anos essa "ortodoxia científica" tem sido desafiada pelo biofísico Carl Woese, da Universidade de Illinois (EUA). Estudando a bio-

química dos microorganismos geradores de metano, ele descobriu que a sequência de bases do seu ácido ribonucleico (RNA) difere tanto daquelas encontradas em bactérias comuns como das apresentadas pelos eucariotas. As metanobactérias seriam muito mais antigas do que os tipos de bactérias atualmente existentes. Partindo daí, Woese formulou a hipótese de existência de um ancestral comum — chamado por ele de progenota — para as atuais bactérias, as metanógenas e os eucariotas em geral. Essa linha de raciocínio o levou a agrupar as metanobactérias, as halobactérias e outras em um grupo denominado arqueobactérias, para diferenciá-las da forma mais antiga de todas. Como não há a menor informação sobre a bioquímica dos microorganismos cujos fósseis petrificados aparecem nas rochas sedimentares mais antigas, não se pode saber se, nesta classificação, eles caberiam entre os progenotas ou as arqueobactérias.

Como se vê, estamos diante de um problema ainda não resolvido pela ciência contemporânea. A importância de hipóteses como a formulada por Woese é inegável, mas todas elas terão que ser confirmadas ou reformuladas no decorrer de trabalhos experimentais e no confronto com novas teorias.

Ricardo Ferreira
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas



Fotomicrografia de cianobactérias filamentosas (1) e coccoidais (2), (3) e de acritarcas (cistos reprodutivos de algas eucarióticas) preservadas como microfósseis no sílex negro das formações Gunflint, Canadá (2,0 bilhões de anos) e São Gabriel, Brasil (~1,0 bilhão de anos). As fotos (4) e (5) representam as mais antigas evidências de eucariotes no registro fóssil brasileiro.

fotos cedidas por Sandra M.R. Subacius

CIÊNCIA

HOJE

É CRIAR

PROJETO

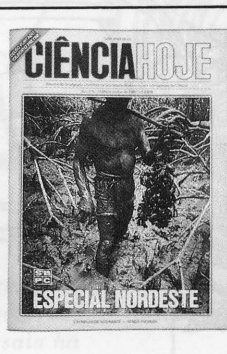
NACIONAL

Montar uma máquina
é interessante.
Projetar uma máquina
é fascinante.
A inteligência está no
projeto, não na montagem.
A soberania está no
projeto, não na
montagem.

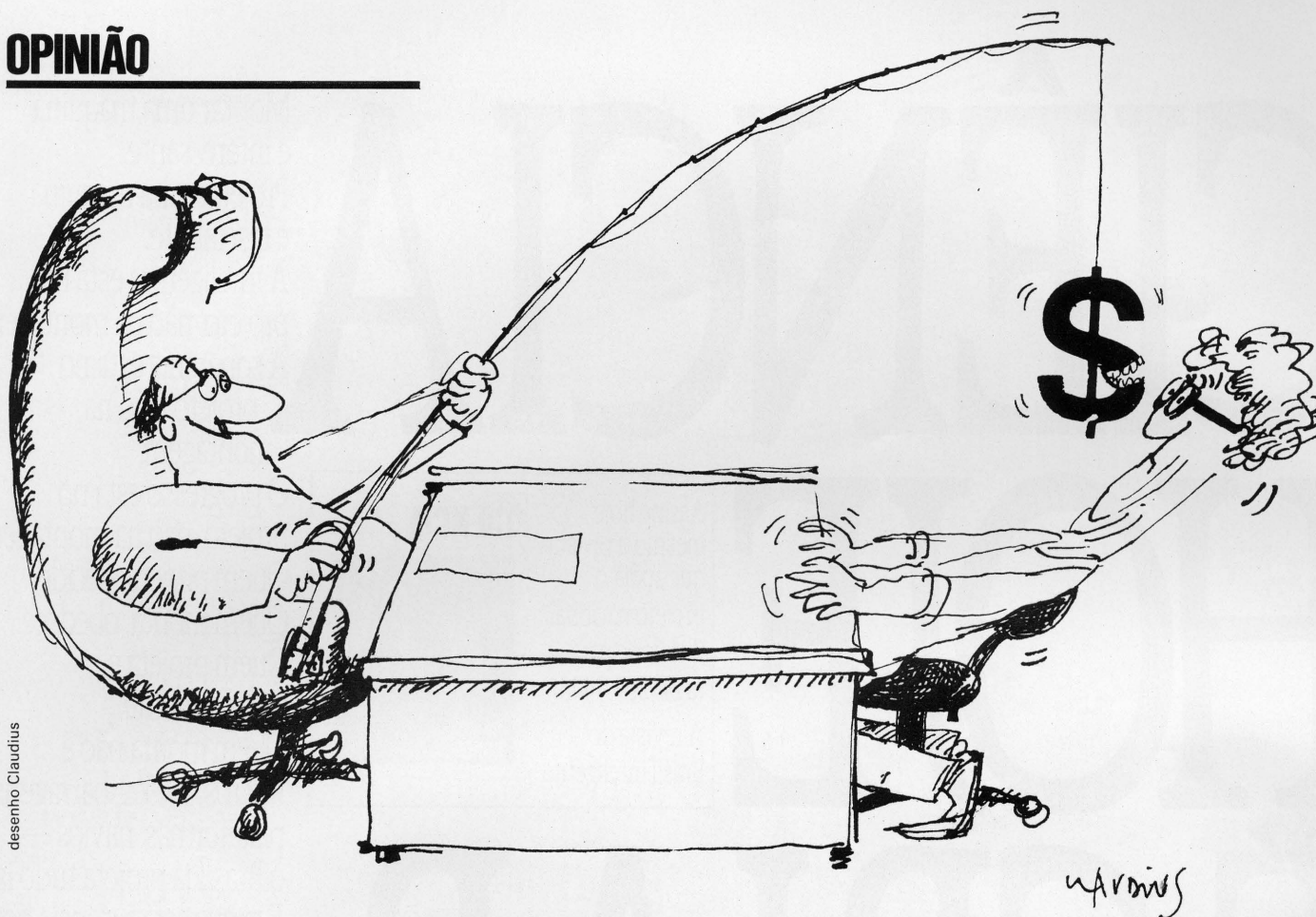
O progresso está no
projeto, não na montagem.
Quem projeta, decide.
Quem monta, obedece.
Quem projeta é
independente.
Quem monta não é.
Micros, aviões, barragens,
plataformas, navios —
o Brasil já projeta tudo isso.
E aí que está a ciência hoje.
E aí que está o projeto
nacional.

Assine hoje
mesmo a revista
que apóia o
projeto nacional.
Telefone para
(021) 295-9443.

A revista do
Brasil inteligente.



CIÊNCIAHOJE
A revista do Brasil inteligente.



desenho Claudius

UNIVERSIDADE-EMPRESA A INTERAÇÃO POSSÍVEL

José Ellis Ripper Filho

Instituto de Física da Universidade
Estadual de Campinas (SP)
e Elebra Eletrônica S.A.

Tecnologia, ao contrário do que se afirma, é uma manifestação cultural que não se transfere nem se adquire. Quando compramos um quadro, não estamos adquirindo cultura. Da mesma maneira, quando "compramos tecnologia" passamos a deter apenas o resultado de uma manifestação cultural, mas não a capacidade geradora que a caracteriza. Tecnologia pressupõe um desenvolvimento harmônico que é baseado em pessoas competentes e compreende a concepção do produto e de seus meios de produção, a capacidade produtiva propriamente dita e a comercialização. Isso exige um sistema multiinstitucional de que a universidade e a empresa são partes essenciais. A cooperação entre ambas, sob formas que preservem os objetivos primários de cada uma, é assunto de grande importância.

Cada instituição tem vocações naturais e modos de agir muito particulares, que não podem ser desrespeitados. A universidade tem na formação de recursos humanos seu objetivo fundamental, a que devem estar subordinadas todas as suas atividades. A própria realização de trabalhos de pesquisa deve ser encarada antes como um meio na consecução desse objetivo do que como um fim em si mesma. É de pouca utilidade, no ambiente universitário, o trabalho isolado de um pesquisador. A pesquisa na universidade distingue-se não pelo caráter do tema (fundamental ou aplicado), mas pela maneira como é desenvolvida. Nela, o objetivo de envolver estudantes sobrepõe-se ao próprio intuito de obter resultados. Isso não significa que a forma da pesquisa baste por si mesma, pois a formação só será efetiva se sua qualidade for boa. Um mau programa de pesquisa não forma, deforma.

É difícil imaginar formação mais efetiva do que aquela que se realiza em um ambiente caracterizado pela ativa geração de novos conhecimentos, com diferentes idéias a se entrecrocarem numa busca de novos conhecimentos e soluções. Sem isso, tem-se treinamento ou, no máximo, informação, jamais formação. Hoje, isto é particularmente verdadeiro, pois o acelerado progresso tecnológico torna rapidamente obsoleto o conteúdo transmitido, restando de útil, principalmente, a atitude e a capacidade adquirida pelo profissional formado de

atualizar continuamente seu conhecimento.

Assim sendo, é fundamental a participação dos alunos de graduação e pós-graduação nas atividades de pesquisa da universidade. Idealmente, um projeto de pesquisa universitária deveria englobar um conjunto de trabalhos de iniciação científica, teses de mestrado e doutorado e estágios de pessoal técnico, cabendo aos professores sobretudo o planejamento, a orientação e o trabalho de conferir coerência e unidade a esse conjunto de atividades.

O modo de pesquisar na universidade tem consequências que é preciso entender para se planejar sua integração com outras instituições. Em primeiro lugar, a universidade tem o *status* de única instituição da sociedade onde um projeto pode ser abandonado praticamente sem traumas. O fim de uma tese ou de um trabalho de iniciação científica constituem interrupções naturais, que permitem ao orientador manter o tema ou mudá-lo por completo no engajamento do próximo estudante. Não há, neste último caso, nenhuma sensação de fracasso: o objetivo principal, a formação do aluno, foi atingido. Em qualquer outra instituição, o abandono de uma atividade é um processo difícil e traumático. Por outro lado, a universidade não é eficiente quando um projeto ultrapassa o estágio especulativo. Transformar em prático um produto cuja viabilidade já foi demonstrada escapa, em geral, à sua vocação natural. Acresce que a pesquisa na universidade não é conduzida da forma mais veloz possível — o mais rápido seria dizer ao aluno como superar determinada dificuldade, mas é mais formativo orientá-lo para que ele mesmo o descubra.

Dá-se o nome de empresas a entidades de características muito diversas. Sendo o nosso tema o desenvolvimento tecnológico, examinaremos apenas a empresa privada industrial de tecnologia de ponta, embora muitas conclusões possam ser generalizadas para outros tipos de empresas.

Para atingir a lucratividade, seu objetivo básico, uma empresa desse tipo tem necessidade de produzir bens que satisfaçam, melhor do que os produzidos por seus concorrentes, as aspirações do mercado no que diz respeito ao desempenho, ao preço e à qualidade. Nas áreas de alta tecnologia, a velocidade é um fator fundamental: abrem-se “janelas” para o lan-

çamento de determinado produto num curto espaço de tempo; se perdas, acarretam um fracasso comercial. Raramente uma empresa pode dar-se ao luxo de permitir deliberadamente que se tente redescobrir a solução de um problema já resolvido.

Por outro lado, a concepção de um novo produto (desenvolvimento) é apenas uma parte do processo. Pelo menos tão difíceis, e em geral mais dispendiosas, são as fases que transformam esse produto em algo suscetível de fabricação em larga escala (engenharia de produto), e preparam a fábrica para produzi-lo (engenharia industrial) de acordo com as especificações de quem o concebeu (engenharia de qualidade). Esse processo é bastante facilitado quando o próprio grupo que concebeu o produto dele participa ativamente. Na verdade, as quatro atividades acima são extremamente interligadas. Mas, ao contrário do que se passa na universidade, o que conta numa empresa é o resultado final: a forma como o processo é conduzido é importante na exata medida de sua eficácia.

As características da universidade e da empresa inviabilizam o processo de interação que muitos consideram o mais natural: a contratação da universidade pela empresa para a realização de projetos de pesquisa. Sem dúvida, os fatores que têm sido aventados para explicar a inexistência desse processo no Brasil são

ção de pesquisas no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), uma das mais respeitadas instituições de ensino superior na área tecnológica, que gerou ao seu redor um dos maiores conjuntos de empresas de alta tecnologia. Surpreendentemente, pude verificar que 97,3% das pesquisas realizadas no MIT eram então financiadas pelo governo. Dos 2,7% restantes, grande parte era formada por repasses em que empresas privadas, para conseguir determinados contratos do governo, se comprometiam a subcontratar o MIT para parte de suas pesquisas. O fato é que, mesmo nos países desenvolvidos, as empresas com porte suficiente para financiar projetos de pesquisa na universidade preferem executá-los em seus próprios laboratórios, cuja eficiência em relação a seus objetivos é bem maior.

Embora esse tipo de contratação deva ser encorajado, é ilusório supor que ele se tornará um importante meio de interação entre universidade e empresa. De fato, uma interação eficiente parece-nos depender de três mecanismos que, infelizmente, são pouco encorajados no Brasil, quando não proibidos: a) consultoria eventual de docentes a empresas; b) geração de microempresas a partir da universidade; c) programas de desenvolvimento multiinstitucional financiados por órgãos estatais. Analisemos cada um deles.

Dadas as vantagens que apresenta, a consultoria existe “por baixo do pano”, ou através de subterfúgios semilegais, desvirtuada e sem a participação dos que deviam ser o esteio do sistema: os mais competentes e os mais éticos.

reais: a relativa fraqueza das empresas genuinamente nacionais e o desinteresse das empresas transnacionais em realizar pesquisas fora de sua sede. Há, porém, razões mais profundas. A diferença de ritmo entre a universidade e a empresa e as vantagens da integração do desenvolvimento com as engenharias de produto e industrial tornam esta contratação pouco eficiente.

Há cerca de dez anos, investiguei nos Estados Unidos o processo de contrata-

A consultoria é o mecanismo mais eficiente de interação. Apesar de utilizada em quase todo o mundo, é proibida ou desencorajada no Brasil por uma distorção do conceito de tempo integral. No sistema universitário paulista (USP e Unicamp, por exemplo), é proibida aos professores de tempo integral. Só resta ao docente a opção de se restringir ao tempo parcial, com a conseqüente maior dedicação à empresa, em detrimento da universidade.

No sistema universitário federal, a consultoria é teoricamente permitida, desde que o docente abra mão da dedicação exclusiva, limitando-se ao regime de 40 horas semanais. Como essa opção é irreversível e as consultorias têm caráter eventual, ninguém a faz. Ou antes, só a faz quando estão em jogo outros empregos permanentes. Como dificilmente um emprego deixa livres 40 horas semanais, esse regime transformou-se numa farsa nas universidades.

Obviamente, dadas as vantagens que apresenta, a consultoria existe “por baixo do pano”, ou através de subterfúgios semilegais, desvirtuada e sem a participação justamente daqueles que deveriam ser o esteio do sistema: os mais competentes e os mais éticos.

O segundo mecanismo é a criação de microempresas a partir da universidade. Nos países desenvolvidos, professores e alunos são encorajados a industrializar os resultados de suas pesquisas, mesmo que estas tenham sido financiadas pelo governo. Não se questiona, nesses países, a ética dessa “apropriação”, por se entender que a sociedade será melhor servida pela criação de tais empresas do que o seria se os resultados ficassem enterrados em relatórios. Durante a fase de criação de sua microempresa, os docentes continuam contratados em regime de tempo integral na universidade, deixando-a apenas caso o empreendimento seja bem-sucedido.

Esses incentivos inexistem no Brasil. Os resultados da pesquisa são considerados propriedade do financiador, que prefere protegê-los cuidadosamente em relatórios a vê-los “roubados” pelos pesquisadores. As universidades têm a mesma mentalidade e nunca admitem, mesmo temporariamente, que um docente de tempo integral forme uma empresa. A isso se somam a indisponibilidade de capital de risco e as dificuldades impostas por nossa burocracia à formação de microempresas. Mas, como no caso da consultoria, a criação de empresas a partir da universidade ocorre, embora de forma velada e como exceção, quando deveria ser regra.

A realização de programas de desenvolvimento multiinstitucional com financiamento estatal é dos poucos mecanismos que têm funcionado bem e de forma aberta no Brasil. Infelizmente, sua frequência está aquém do desejável e sua descontinuidade impede a conquista de maiores benefícios.

Um dos exemplos mais bem-sucedidos desta estratégia é a atuação da Telebrás. Vários programas integrados têm sido financiados, englobando a universidade — em seu papel de formação de recursos humanos e nas fases mais especulativas do desenvolvimento — e empresas privadas, na engenharia industrial e nas fases finais de engenharia de produto, que também é realizada nos laboratórios da estatal. Muitos produtos industrializados, competitivos até no mercado internacional, foram gerados dessa forma, deixando como subproduto uma forte competência tecnológica nas universidades, nas empresas e na própria Telebrás.

Infelizmente, a quase totalidade das empresas estatais se preocupa apenas com a operação de seus serviços, e não com o desenvolvimento geral do setor, que é estratégico por definição, pois a criação de uma estatal só é legalmente justificada (Art. 183 da Constituição) para setores estratégicos.

Por outro lado, muitos mecanismos atualmente utilizados para levar os resultados alcançados nas universidades às empresas têm se mostrado pouco mais que inócuos. É pouco útil a simples divulgação de teses e relatórios de pesquisas quando a consultoria é proibida. O financiamento de programas de desenvolvimento conjunto universidade-empresa tem tido melhor resultado, embora seja ainda pouco efetivo, pois depende da formulação de projetos cujo julgamento demanda muitos meses; a chegada de um produto ao mercado costuma ser incompatível com esse ritmo.

derais, estaduais e municipais), a aplicação de uma porcentagem de seu orçamento em pesquisa e desenvolvimento, tanto em universidades como em empresas privadas.

Como vimos, a existência de uma empresa pública pressupõe que seu setor de atuação é estratégico. No entanto, há dezenas de setores no raio de ação das estatais em que elas pouco ou nada investem para a formação de recursos humanos ou para o desenvolvimento tecnológico. Por exemplo, apesar do volume dos recursos movimentados pelas ferrovias federais e estaduais e pelos metrô, pouco se tem investido na formação de recursos humanos para o setor. Outro exemplo é oferecido pelo Inamps, no qual, apesar do volume de recursos despendidos, é ridículo o que se tem investido em instrumentação médica. Esperar que a Finep e o CNPq assumam essa responsabilidade é vão. Independentemente de suas limitações financeiras, esses órgãos dificilmente poderiam alcançar razoável coordenação com aqueles que devem conduzir a operação dos serviços.

Vale ressaltar que esta primeira proposta pressupõe que os órgãos públicos sejam livres para escolher que projetos e instituições melhor poderão atender às suas prioridades. O valor hoje despendido pela Telebrás (0,1% de seu orçamento) poderia ser adotado como valor mínimo, a ser atingido gradualmente ao longo de três anos. Para empresas públicas cuja atuação depende da produção da iniciativa privada, poderia ser acrescentada a obrigatoriedade de contratar pes-

Para aumentar a interação entre universidade e empresa, seria também de grande valia criar condições que permitam aos docentes das universidades formar microempresas a partir dos resultados de suas pesquisas.

Cabe indagar: como encorajar, então, a interação entre universidade e empresa? Seguem-se algumas propostas, nem sempre de fácil implementação, pois dependem de atitudes do governo, de mudanças na legislação e de mudanças culturais mais profundas.

A primeira seria: tornar obrigatória, para todas as empresas públicas (fe-

quisas de desenvolvimento somente em empresas genuinamente nacionais.

A segunda proposta seria também de grande valia para aumentar a interação entre universidade e empresa: criar condições que permitam aos docentes das universidades formar microempresas a partir dos resultados de suas pesquisas. Várias medidas podem ser tomadas para

NUM ÚNICO ANÚNCIO TUDO QUE A LASTRI FAZ.

A Lastri tem o mais completo parque gráfico integrado da América Latina. Isso significa maior economia e rapidez, porque você entra na Lastri com a idéia e sai com o trabalho debaixo do braço. Composição de textos, seleção de cores, gravação de fotolitos, rotofilmes e clichês, matrizes para flexografia, tudo num só lugar e com uma qualidade a toda a prova.

Este anúncio, por exemplo, foi todo feito na Lastri: título, texto, montagem e fotolito.

E esta revista que você tem em mãos, foi fotolitada e impressa na Lastri. Viu? Num só anúncio, tudo o que a gente é capaz de fazer.



Composição manual, Monotipo, Linotipo, Provas em glacê, Fotocomposição, Fotoletras, Cópias Fotográficas, Fotomecânicas com efeitos especiais em cores e preto e branco, Clichês, Estereoplásticos, Nyloprint, Matrizes de borracha, Flexoprint e Cyrel para flexografia, Fotolitos, Rotofilmes, Seleção de cores por computador, Chromaskop/Chromagraph, Scanner-Laser, Fusão cromática, Duplicação de cromos, Gigantografia, Impressão offset, Impressão tipográfica, Cartuchos, Reprints, Hot-stamping.

Rua Independência, 382 - Fone: 278-1411 (PABX) - Telex 35608 LIAG BR - Caixa Postal 15.024 - CEP 01524 - São Paulo - SP
Representantes em: Blumenau (0473) 23-2099 - Porto Alegre (0512) 33-2238 - Rio de Janeiro (021) 205-7946

se alcançar esse objetivo. Talvez a primeira delas seja o incentivo de todos os órgãos e empresas públicas que financiam projetos de pesquisa em universidades à formação de empresas pelos pesquisadores. Os órgãos e empresas públicas poderiam dar esse incentivo de vários modos: abrindo mão, em favor dos pesquisadores, dos direitos sobre os resultados das pesquisas, com a condição de serem utilizados em empresas formadas por eles próprios; encorajando as universidades, inclusive através de cláusula nos contratos de financiamento de pesquisa, a liberar total ou parcialmente os docentes para a formação dessas empresas, com a garantia de que poderão retornar às suas antigas posições caso o empreendimento não se viabilize; usando sua influência junto a outras organizações públicas ou privadas para ajudar a viabilizar o empreendimento, através, por exemplo, da obtenção de capital, do acesso a instalações especiais, de assessoria empresarial e de encomendas.

Também devem ser tomadas medidas com o objetivo de encorajar, no Brasil, o aparecimento de capital de risco privado nacional (*venture capital*) em empreendimentos de alta tecnologia, particularmente naqueles em que o *know-how* do pesquisador se torne importante. Um modelo seria a participação de um órgão governamental, como o BNDES, na capitalização do empreendimento junto com o empresário, oferecendo-se aos detentores do *know-how* uma participação nos lucros, sob a forma de partes beneficiárias, e o direito de adquirir gradualmente a parte do BNDES no empreendimento. Isto reduz (mas não elimina) o risco do empresário e possibilita ao detentor do *know-how* tornar-se co-proprietário da empresa caso esta alcance sucesso.

Incentivos tarifários também podem ser utilizados para encorajar essas atividades, podendo ser diferenciados de forma a promover a localização das empresas nas vizinhanças das universidades, gerando pólos que se autofertilizarão.

No elenco dos principais estímulos à interação entre universidade e empresa, cabe ainda uma terceira proposta: promover medidas para encorajar a consultoria individual no âmbito das universidades. Neste caso, temos que aceitar que o processo será lento, pois envolve uma mudança cultural. Mesmo assim, uma série de medidas deve ser tomada para viabilizar o processo.

A primeira é modificar a legislação referente ao tempo integral e à dedicação exclusiva, passando a considerar a consultoria, sob certas condições, parte integrante da atividade universitária — como é hoje considerada, por exemplo, a participação em comissões de órgãos governamentais. A garantia do caráter eventual da consultoria — com a inexistência de vínculo empregatício —, a sua limitação a um número pré-determinado de horas semanais e a necessidade de que faça parte de um programa previamente aprovado pelo departamento são algumas das condições que podem ser impostas aos docentes interessados em dar consultoria a empresas privadas. Idealmente, o regime de 40 horas deveria desaparecer. A universidade de-

bre o custo do produto, como na atual legislação.

2) Encorajar, através de vantagens fiscais, as empresas a utilizarem docentes como estagiários durante as férias, permitindo que seus funcionários participem de atividades de ensino e pesquisa nas universidades.

3) Criar pólos de empresas de alta tecnologia em torno das universidades públicas (federais e estaduais). Esses pólos devem ser especializados nas áreas em que a universidade tem maior tradição de pesquisa. Devem ser dados incentivos especiais às empresas das especialidades escolhidas que se localizem em tais pólos, como isenções ou reduções temporárias de alguns impostos, oferecimento de infra-estrutura etc.

Criar laboratórios nacionais em que alguns equipamentos de grande porte sejam utilizados por empresas, centros de pesquisa e universidades, de acordo com uma programação aprovada por um conselho técnico-científico.

veria ter apenas dois regimes de trabalho para seus docentes: tempo integral, envolvendo o exercício obrigatório de atividades de pesquisa, além das didáticas (para esses docentes, a consultoria seria apenas mais uma atividade acadêmica), e tempo parcial, para os casos em que a universidade necessita, em caráter complementar, da atividade didática de um profissional que tenha sua principal atuação fora dela.

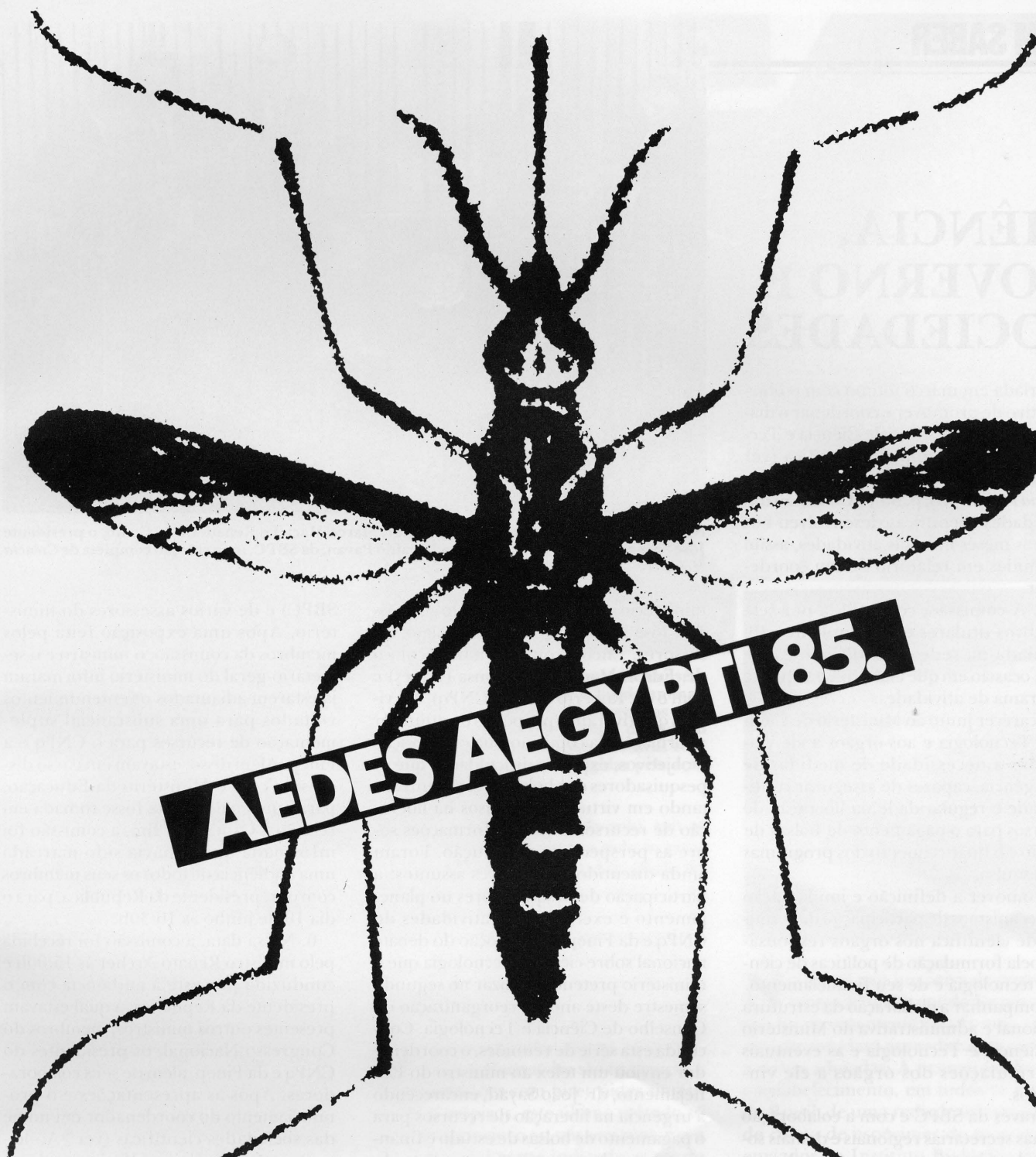
Várias medidas podem ser tomadas para encorajar as empresas a utilizar consultores universitários. Por exemplo, a concessão de benefícios fiscais que dêem à despesa com essa consultoria um valor duplo para o cálculo do imposto de renda devido.

Estas três sugestões parecem ser as que implicam modificações mais profundas. Mas outras medidas podem também promover o contato entre universidade e empresa:

1) Encorajar a doação de bens e serviços de empresas para universidades, mediante benefícios fiscais. Uma possibilidade é permitir o desconto do valor médio de venda do produto no ano fiscal do imposto devido, no lugar do desconto so-

4) Promover seminários e debates sobre os mecanismos de interação entre universidade e empresa, congregando profissionais de ambas instituições. Esses seminários podem reduzir as naturais desconfianças existentes entre elas, promovendo uma compreensão de seus objetivos e mudanças em suas culturas internas.

5) Criar laboratórios nacionais em que alguns equipamentos de grande porte sejam utilizados por vários grupos (empresas, centros de pesquisa e universidades), de acordo com uma programação aprovada por um conselho técnico-científico. A administração desses laboratórios pode ficar numa universidade ou num centro de pesquisa, que será também um dos usuários. Esta idéia pode ser testada sem grande dispêndio, utilizando-se equipamentos já instalados, em particular nas universidades, e atualmente em grande ociosidade ou mesmo parados, pela falta de manutenção ou de infra-estrutura adequadas. Seria melhor, para a instituição que possui o equipamento, permitir que outras o utilizassem em troca de uma infra-estrutura que o tornasse mais eficiente. □



AEDES AEGYPTI 85.

DEIXOU A CIÊNCIA E ENTROU NA POLÍTICA.

A erradicação da febre amarela é um problema que a ciência já resolveu. A política ainda não. A tragédia do Nordeste é uma questão tecnologicamente resolvida. Politicamente ainda não. E assim caminha a sociedade: tudo depende de uma opção, de uma decisão de fazer. Não basta saber matar o mosquito.

"Ciência e Tecnologia para um Brasil Democrático".
Há muitos anos o Brasil precisava deste tema.

SETEMBRO PROPAGANDA

CIÊNCIA, GOVERNO E SOCIEDADES

Criada em março último com o objetivo de promover e coordenar o diálogo entre o Ministério de Ciência e Tecnologia e a comunidade científica (ver "Ciência, governo e sociedades", em *Ciência Hoje* n.º 18, p. 96), a Comissão das Sociedades Científicas desenvolveu nos últimos meses intensas atividades, assim resumidas em relatório de seu coordenador.

"1. A comissão, constituída por sete membros titulares e sete suplentes, foi instalada na sede da SBPC em 27 de abril, ocasião em que elaborou o seguinte programa de atividades:

a) encarecer junto ao Ministério de Ciência e Tecnologia e aos órgãos a ele vinculados a necessidade de medidas de emergência, capazes de assegurar continuidade e regularidade na liberação de recursos para o pagamento de bolsas de estudo e o financiamento dos programas de pesquisa.

b) promover a definição e implantação de mecanismos de participação da comunidade científica nos órgãos responsáveis pela formulação de políticas de ciência e tecnologia e de seu financiamento.

c) acompanhar a elaboração da estrutura funcional e administrativa do Ministério de Ciência e Tecnologia e as eventuais reformulações dos órgãos a ele vinculados.

d) através da SBPC e com a colaboração de suas secretarias regionais e demais sociedades científicas, promover discussões sobre os problemas que afetam o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

e) elaborar documento, a ser discutido na 37.ª Reunião Anual da SBPC, propondo soluções para esses problemas; enviar ao Ministério de Ciência e Tecnologia a versão final desse texto.

Ficou ainda estabelecido que, no decorrer da 37.ª Reunião Anual da SBPC, as sociedades científicas que constituíram a comissão devem decidir sobre sua continuidade, composição e programa futuro.

2. Nos dias 9 e 10 de maio, o coordenador da comissão reuniu-se em Brasília com o ministro de Ciência e Tecnologia, dr. Renato Archer, o secretário-geral do



Na presença dos ministros Renato Archer, Marco Maciel e Renato Costa Couto, o presidente José Sarney recebe das mãos de Crodowaldo Pavan, da SBPC, uma coleção completa de *Ciência Hoje*.

ministério, dr. Luciano Coutinho, e os drs. José Duarte e José E. Cassiolato, assessores. Encontrou-se também com o dr. Edson Machado de Sousa (Capes) e com o dr. Roberto Santos (CNPq), em visitas que tiveram o propósito de anunciar a formação da comissão, sua composição e objetivos, expor as dificuldades que os pesquisadores e os bolsistas estão enfrentando em virtude dos atrasos na liberação de recursos e obter informações sobre as perspectivas de solução. Foram ainda discutidos outros três assuntos: a participação de pesquisadores no planejamento e execução das atividades do CNPq e da Finep, a promoção do debate nacional sobre ciência e tecnologia que o ministério pretende realizar no segundo semestre deste ano e a reorganização do Conselho de Ciência e Tecnologia. Concluída esta série de reuniões, o coordenador enviou um telex ao ministro do Planejamento, dr. João Sayad, encarecendo a urgência na liberação de recursos para o pagamento de bolsas de estudo e financiamento de pesquisas por parte do CNPq e da Finep.

3. Em 20 de maio a comissão reuniu-se na sede da Fapesp, em São Paulo, para discutir os resultados das visitas e planejar suas atividades. Deliberou-se não aceitar o encargo de coordenar o debate sem consulta prévia às sociedades científicas, e solicitar audiência ao ministro de Ciência e Tecnologia.

4. Em 22 de maio o coordenador voltou a visitar o ministério, em Brasília, levando as deliberações acima descritas e solicitando a entrevista com o ministro.

5. A audiência da comissão com o ministro realizou-se em 3 de junho, na presença também do dr. Luciano Coutinho, do dr. Juarez Brandão Lopes (do CNPq), do dr. Crodowaldo Pavan (presidente da

SBPC) e de vários assessores do ministério. Após uma exposição feita pelos membros da comissão, o ministro e o secretário-geral do ministério informaram já estarem adiantados os entendimentos voltados para uma substancial suplementação de recursos para o CNPq e a Finep. Além disso, estavam em curso discussões com o Ministério da Educação, para que igual medida fosse tomada em relação à Capes. Por fim, a comissão foi informada que já havia sido marcada uma audiência de todos os seus membros com o sr. presidente da República, para o dia 10 de junho às 16:30h.

6. Nessa data, a comissão foi recebida pelo ministro Renato Archer às 15:00h e conduzida por este à audiência com o presidente da República, à qual estavam presentes outros ministros, membros do Congresso Nacional, os presidentes do CNPq e da Finep, além de seus colaboradores. Após as apresentações e o pronunciamento do coordenador em nome das sociedades científicas (ver "Ao leitor", em *Ciência Hoje* n.º 18), o presidente da República aprovou uma exposição de motivos do Ministério de Ciência e Tecnologia, solicitando uma suplementação no valor de Cr\$ 900 bilhões.

7. Em 21 de junho a comissão visitou o presidente da Finep, dr. Fábio Celso Macedo Soares Guimarães, e seus auxiliares, no escritório-sede no Rio de Janeiro. Nessa oportunidade foram amplamente discutidos os programas da agência e a participação dos pesquisadores. O dr. Fábio Celso expôs as providências em andamento nesse sentido e as limitações impostas pela atual composição e funções dos órgãos consultivos e deliberativos da Finep. Também foi discutida a idéia de um programa de apoio ao regresso de alguns pesquisadores ora fixados no es-



**O congresso da SBPC vai falar de democracia.
Obrigado, SBPC.**

Vocês não poderiam ter escolhido um assunto mais oportuno: "Ciência e Tecnologia para um Brasil Democrático".

Nem outro ano a não ser 1985. O ano em que renasceu a esperança.

Nem outro Estado a não ser Minas. Afinal, foi a partir daqui que o Brasil redescobriu a democracia.

A todos os participantes do congresso da SBPC, os nossos votos de boas-vindas. E muito sucesso.

GOVERNO HÉLIO GARCIA

trangeiro, ocasião em que a comissão sugeriu que cada caso fosse tratado separadamente, com a intermediação de pesquisadores residentes que mantêm bom relacionamento profissional com os emigrados e podem avaliar as condições necessárias para que seu regresso seja viável e produtivo.

8. Em 27 de junho o coordenador teve uma entrevista em Brasília com o senador Milton Cabral, da comissão de ciência e tecnologia do Senado, com o objetivo de propor maior entrosamento entre este órgão e a comunidade científica. O senador solicitou a colaboração do coordenador na preparação de um roteiro para um seminário sobre as despesas com ciência e tecnologia, o que foi aceito. O roteiro deverá ser apresentado até a primeira quinzena de agosto, e o seminário está programado para a última semana de outubro ou primeira de novembro.

9. No decurso desse período de atividades, a comissão está elaborando um relatório sobre a situação atual das institui-



Na audiência do dia 10 de junho, o presidente da República foi apresentado aos membros da Comissão das Sociedades Científicas. Da esquerda para a direita, Renato Archer, José Sarney, Alberto Carvalho da Silva, Maurício Mattos Peixoto, Crodowaldo Pavan, Ângelo Machado, João Steiner e Marco Antônio Raupp.

ções de ensino e pesquisa, a ser discutido na 37.^a Reunião Anual da SBPC, em Belo Horizonte.

10. Ficou deliberado que a comissão será representada por seu coordenador, no caso de o Ministério de Ciência e Tecnologia desejar sua participação no debate nacional acima citado.

11. A comissão realizou ainda diversas reuniões com a participação de todos ou

de parte de seus membros, todas elas diretamente relacionadas com as atividades acima descritas.

12. O presidente da SBPC recebeu cópia de relatórios de todas as atividades realizadas."

Alberto Carvalho da Silva

Diretor-presidente do CTA da Fapesp e coord. da comissão das sociedades científicas.



Faleceu em fevereiro último na Alemanha um dos fundadores da genética no Brasil, Friedrich Gustav Brieger. Nascido em Breslau, Alemanha, em 1900, Brieger naturalizou-se brasileiro aos 40 anos de idade. Foi na Universidade de sua cidade natal que ele concluiu o doutorado, mas a livre-docência, também em botânica, foi pela Universidade de Berlim. De 1924 a 1925, estagiou na Universidade de Harvard (EUA) com um dos maiores geneticistas da época, E.M. East. Em 1934 transferiu-se para a Inglaterra, onde lecionou e pesquisou na Universidade de Londres e no Instituto de Horticultura John Innes.

Em 1936, Brieger aceitou o convite para instalar a cadeira de genética na Escola Superior de Agricultura Luiz de

DESAPARECE UM MESTRE DA GENÉTICA

Queiróz (ESALQ), quando esta se vinculou à Universidade de São Paulo. Ao chegar ao Brasil, atentando para as condições locais, optou por criar e estabelecer várias áreas da genética, onde fossem necessárias. Com este espírito, foram criadas as áreas de genética básica, de citologia e evolução orgânica, de genética das radiações, de genética de microorganismos, de métodos de melhoramento genético e de genética e melhoramento de aves.

Na genética básica Brieger, influenciado pelo alto grau de desenvolvimento e produtividade alcançado pelos indígenas com o milho, realizou pesquisas sobre a origem dessa planta. Desenvolveu vários métodos de melhoramento do milho, como o das variedades sintéticas e populações balanceadas; posteriormente, utilizou variantes da seleção recorrente. Tais variedades serviram de frente de novas linhagens e para a eventual substituição do milho híbrido em áreas carentes.

O envolvimento do melhoramento de hortaliças foi motivado por uma solicitação do então reitor da Universidade

de São Paulo, Jorge Americano, devido à falta de sementes no Brasil, em função da II Grande Guerra. Assim, foram adaptadas inúmeras variedades de cultura de inverno, e criadas outras tantas para o cultivo de verão, pouco difundidas então entre nós.

De grande interesse para Brieger foi o estudo da evolução nos trópicos, tão pouco cuidado pela ciência brasileira da época. Como material de trabalho, escolheu a família Orchidaceae, essencialmente tropical, por ser uma das famílias botânicas maiores e de evolução mais recente. Além do mais, as orquídeas podem ser colhidas em seu *habitat* natural, são facilmente cultivadas em condições artificiais e possuem um ciclo relativamente curto.

Outra área criada por Brieger no Brasil, a da genética de microorganismos, com especial referência aos fungos filamentosos e às bactérias fitopatogênicas, estende-se atualmente por todo o país, em mais de uma dezena de centros.

No ensino, a sua maior contribuição

foi a criação do ensino em nível de pós-graduação, na forma de estágios de duração variável, seminários e conferências.

Além da atividade universitária, Brieger foi membro fundador da Sociedade Brasileira de Genética, e seu presidente-eleito no biênio 1956/57. Organizou duas Semanas de Genética, um Simpósio Internacional de Genética, vários encontros e reuniões nacionais e internacionais. Colaborou em inúmeras revistas nacionais e estrangeiras, publicando mais de 180 trabalhos científicos, três livros e numerosos opúsculos.

Toda essa enorme atividade se reflete no contínuo crescimento da disciplina de Genética da ESALQ, até a criação do Instituto de Genética, em 1958.

O que mais impressiona na obra do prof. Brieger é a criação de uma notável escola científica de geneticistas, hoje espalhada por todo o Brasil e vários países sul-americanos.

Brieger recebeu inúmeras homenagens e honrarias, como membro honorário de várias instituições científicas, entre as quais constam os títulos de membro titular da Academia de Ciências de São Paulo e de professor emérito da

ESALQ.

Mesmo depois de sua aposentadoria na ESALQ, em 1967, continuou em franca atividade. Orientou, de 1966 até 1970, a criação do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, e a partir de 1971 ajudou a consolidar o Departamento de Genética da UNICAMP. Nos últimos anos, ultimava seu livro sobre a evolução das orquídeas.

O prof. Brieger deixa viúva a Sra. Anneliese Kaiser Brieger e dois filhos.

João Lúcio de Azevedo
Instituto de Genética da ESALQ

TECNOLOGIA DO MILHO. ESTE É O NOSSO DESAFIO.

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 fundação até hoje.

Através da Divisão Industrial já foram descobertas mais de 200 aplicações para as mais diversas áreas da atividade humana. Alimentação humana e animal, indústria têxtil, indústria petrolífera e de minérios, laboratórios de produtos farmacêuticos são alguns dos setores onde os derivados do milho são 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 - 11º andar - CEP 01045
Tel.: 222-9011 - Cx. Postal 8151 - SP



INFORME PUBLICITÁRIO

O METRÔ DE SÃO PAULO

A Companhia do Metropolitano foi constituída em 1968 para projetar, implantar e operar a rede básica do Metrô de São Paulo. Assim, todos os trabalhos, desde o estudo de viabilidade técnico-econômica, passando pela definição do traçado, escolha do equipamento, obras civis, montagens e chegando à operação das linhas Norte-Sul e Leste-Oeste, foram executados com a participação das equipes da Companhia. A filosofia da empresa, sempre foi de prover um serviço de excelente qualidade a par de ser a precursora da implantação no país de uma tecnologia nova e básica para um desenvolvimento mais amplo. E a obra veio se implantando através de uma postura firme e coordenada nas áreas de tecnologia, gerência, valorização e adequação de pessoal, pois havia no país o necessário ao sucesso do empreendimento: recursos humanos, a capacidade do empresariado, as escolas, os centros de pesquisas e uma indústria ferroviária de valor.

O projeto de um Metrô envolve arquitetura, obras civis e equipamentos. Nos projetos de arquitetura, o conceito desta é sempre lembrado para que as obras inscrevam no espaço, de forma coerente e ordenada, aqueles princípios adotados na concepção de uma proposta ao problema. Assim, além do aspecto plástico, os aspectos funcionais das estações (para o usuário e para a operação do sistema) assim como a ventilação, iluminação, comunicação visual, paisagismo e acabamentos são cuidadosamente tratados.

As obras civis envolvem solos e estruturas: estruturas enterradas provisórias e definitivas, escavações (galerias e túneis), elevados (vias e estações) e estações na superfície, principalmente.

Quanto aos equipamentos vários sistemas foram caracterizados, compreendendo: via permanente, material rodante, eletrificação, sinalização e controle dos trens, ventilação, e sistemas auxiliares como de controle de passageiros, sonorização, comunicação, circuitos de TV, escadas rolantes, bombas, grupos geradores diesel de emergência, instalações para combate a incêndio, etc.

Grande foi realmente o progresso trazido pelo Metrô quanto aos equipamentos. Na via permanente introduziu-se a fixação dos trilhos em vigas de concreto da estrutura, exceção dos aparelhos de mudança de via (AMV), o que representou economia de dormentes e lastro.

Também os AMVs, inicialmente importados, foram projetados e fabricados pelo Metrô em consórcio com empresa ferroviária brasileira. Os carros metroviários, de grande complexidade, foram comprados da indústria nacional, passando-se a lutar para a nacionalização total de seus componentes. Na área de eletrificação foram introduzidas as retificadoras dodecafásicas a diodo de silício e o controle da tração e frenagem através de choppers (tiristores).

Além destes, uma série de outros equipamentos e materiais precisaram ser desenvolvidos para atender ao Sistema, quer pela ausência deles no mercado quer pela necessidade de os adaptar às especificações do serviço metroviário. Entre os novos, citamos os referentes ao controle automático dos trens e dos demais componentes do CCO e os do sistema de controle de arrecadação. Entre os segundos estão as escadas rolantes, componentes do sistema de ventilação e componentes elétricos de baixa tensão.

Hoje a engenharia brasileira ocupou um espaço importante na solução do transporte de massa, criando condições para um progresso tecnológico em outros setores, face à experiência adquirida no projeto e implantação do Metrô de São Paulo.

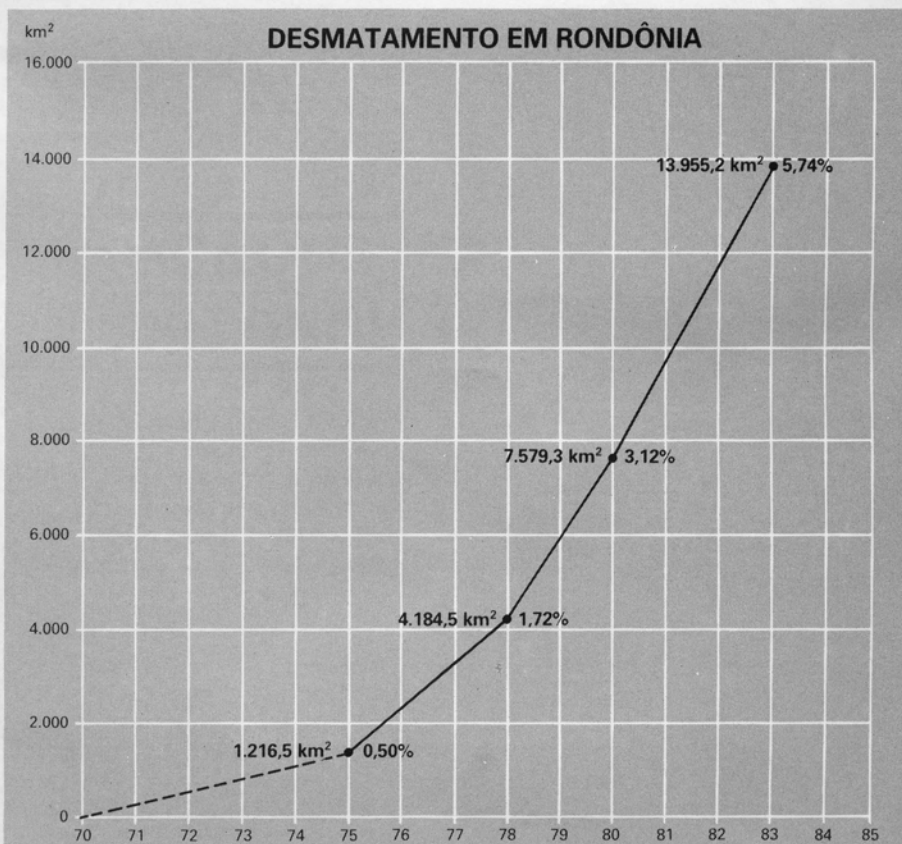
É BOM SABER

RONDÔNIA: SEM FLORESTAS NA PRÓXIMA DÉCADA?

O mapa do desmatamento no estado de Rondônia até o ano de 1983 foi entregue recentemente pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) ao Banco Mundial, como parte de um contrato firmado entre as duas instituições. Segundo o levantamento — baseado na interpretação de imagens do estado provenientes do satélite Landsat —, já estavam desmatados até aquele ano 5,7% da área total de Rondônia, contra 3,1% até 1980, sendo que os municípios de Cacoal, Ji-Paraná e Colorado do Oeste apresentaram índices bem superiores à média do estado.

O gráfico apresentado nesta matéria mostra os índices percentuais e absolutos de desmatamento no estado e a curva que representa o aumento do desmatamento ao longo dos anos. A forma de crescimento da área desmatada é crucial, pois não há nada mais perigoso do que uma tendência exponencial de crescimento das áreas desmatadas (ver “A floresta vai acabar?”, em *Ciência Hoje* n.º 10).

Assim, é extremamente importante uma análise correta da curva de desmatamento. Por exemplo: se encararmos somente o intervalo 1980-1983 do gráfico, temos uma tendência de aumento levemente superior ao linear, mas se levarmos em consideração os anos anteriores notaremos que a curva mostra um comportamento mais próximo do exponencial. Especialmente se levarmos em conta o período 1970-1975 (tracejado no gráfico), quando ainda não havia as imagens do Landsat mas foram levantados alguns dados através de radar pelo projeto Radambrasil. Em 1970, as áreas desmatadas podem ser consideradas como efetivamente zero, principalmente se tomarmos como definição de “área desmatada” os critérios subestimados do Landsat implícitos nos demais dados do gráfico. De qualquer forma, se considerássemos a área desmatada em 1970 como superior a zero, teríamos uma tendência exponencial ainda mais acentuada.





VIII Prêmio Fiat Automóveis para Universitários

1º colocado: um Fiat 0 Km - 2º colocado: Cr\$ 5 milhões - 3º colocado: Cr\$ 3 milhões.

E publicação de livro com os trabalhos vencedores.

Há sete anos consecutivos, comemorando o aniversário de sua fábrica em Betim, a Fiat Automóveis vem convocando a inteligência universitária brasileira a participar do equacionamento das grandes questões nacionais: Interiorização do Desenvolvimento. Alternativas Energéticas. Educação. Violência Urbana. Ecologia. Cooperação Internacional. Organização Nacional. Este ano, a Fiat está propondo a reflexão sobre um tema que se insere como preocupação prioritária do estudante brasileiro: **UNIVERSIDADE AGORA.**

É o VIII PRÊMIO FIAT AUTOMÓVEIS PARA UNIVERSITÁRIOS, que vem contribuir para o debate, a pesquisa e o estudo de um problema fundamental do projeto educacional.

Trata-se de analisar em profundidade a realidade do ensino superior e suas implicações no universo social, cultural e econômico do País. A qualidade do ensino, a política de dotação de recursos para a

pesquisa e a valorização dos quadros funcionais, a integração empresa-escola, a formação profissionalizante, a questão do currículo, da gratuidade, dos mecanismos de representação democrática, as relações com o mercado de trabalho, os aspectos da crise universitária e as necessidades de renovação.

Ao propor esta questão, a Fiat Automóveis mais uma vez age em sintonia com os anseios e necessidades da comunidade, ouvindo o universitário no exato momento em que uma comissão de alto nível, formada pelo Presidente da República, prepara o caminho para a Reformulação Universitária.

O "Prêmio Fiat" vem contribuir para este debate, com o depoimento vivo do principal interessado no assunto: o estudante universitário. Os trabalhos serão editados e distribuídos em todo o País. Participe. Sua opinião é a mais importante.

Pegue o regulamento na Secretaria de sua Faculdade, Diretório Acadêmico ou nas Concessionárias Fiat.

FIAT
Automóveis s.a.

A idéia é ser útil.

Tal fato torna-se mais preocupante ainda ao notarmos que o período representado no gráfico é anterior a setembro de 1984, quando foi iniciado o surto de migração para Rondônia, com o término do asfaltamento da rodovia Marechal Rondon (BR-364, Cuiabá—Porto Velho), época para a qual se espera que tenha havido um maior desmatamento na região.

Somos então levados à conclusão de que o desmatamento em Rondônia assumiu níveis explosivos, aparentemente exponenciais. Caso esta tendência seja mantida, o estado estará desprovido de florestas dentro de poucos anos.

Philip M. Fearnside
Instituto Nacional de Pesquisas
da Amazônia (INPA)

Enéas Salati
Centro de Energia Nuclear
na Agricultura (CENA)

O MAL DE BUTANTAN

O maior instituto de pesquisa e produção de soros antiofídicos da América Latina — o Butantan — está mal. Sua produção total de soros caiu de quase 230 mil ampolas em 1981 para menos de 150 mil no ano seguinte. A partir daí, como que regida por alguma lei física de declínio, foi se reduzindo à metade a cada ano, para chegar a apenas cerca de 29 mil ampolas em 1984. Atualmente, a produção de soros antiofídicos está reduzida a 1/10 de seus níveis históricos.

Vários tipos de soro não têm tido produção efetiva, entre eles os insubstituíveis antiescorpionico e anticrotálico (este destinado às vítimas de picadas de cascavéis). Durante três anos não houve produção efetiva de soro antitetânico, e durante dois não houve de antidiftérico. Para muitos soros, os estoques estão quase a zero.

A falta de soro anti-rábico, cuja produção baixou dramaticamente, inviabilizou o plano de combate à raiva formulado recentemente pelo governo de São Paulo, que pretendia descentralizar o atendimento. Confrontadas com a realidade, as autoridades precisaram modificar sua estratégia, concentrando as poucas ampolas disponíveis em 45 cidades — dez ampolas para cada uma — e alertando o Comando Aéreo Regional para a necessidade do transporte urgente de eventuais vítimas de picadas de animais venenosos. Mesmo assim, já foram registradas mortes.

O mal do Butantan é grave. Os sintomas, eloqüentes. Mas o diagnóstico é um tanto impreciso, restando a constatação de que se trata de mais uma manifestação da crise crônica que, há anos, atinge a maior parte dos institutos de pesquisa e das instituições ligadas à política social do governo. Uma suplementação de verba (da ordem de Cr\$ 15 bilhões) poderá aliviar a situação este ano, mas representará apenas um paliativo. A produção

A Itautech que saiu da Unicamp.



A Unicamp, um dos maiores centros de pesquisas do país, está recebendo o primeiro supermíni brasileiro: o I-9000. Desenvolvido por outro grande centro de pesquisas do país: a Itautech. Uma indústria de informática genuinamente nacional, constituída por uma equipe de profissionais de alto nível, provenientes das melhores escolas e universidades brasileiras, particularmente da Unicamp.

N.º de ampolas de soros produzidas pelo Instituto Butantan no período de 1981 a 1984				
Soros	1981	1982	1983	1984
Antibotrópico	31.505	17.353	15.677	4.435
Antibotrópico-lauquéico	3.962	4.147	—	—
Anticrotático	12.790	9.391	6.844	—
Antiofídico Polivalente	102.320	60.730	22.650	15.881
Antiaracnídico	1.945	14.334	—	2.617
Antiloxoscélico	—	—	—	3.381
Antiescorpiónico	27.190	14.230	7.864	—
Antielapídico	8.261	5.366	2.162	—
Antilaquéico	—	1.250	3.849	—
Antigangrenoso	—	—	—	351
Antitétânico	21.413	—	—	—
Antidiftérico	10.688	8.114	—	—
Antirábico	6.847	13.986	5.000	2.190
Normal p/ M. Cultura	1.039	—	177	761
Total	227.960	148.901	64.223	29.616

Fonte: Instituto Butantan, Coordenadoria de Serviços Técnicos Especializados, Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo.

N.º de doses de vacinas produzidas pelo Instituto Butantan no período de 1981 a 1984				
Vacinas	1981	1982	1983	1984
Tríplice	4.307.848	4.172.450	2.429.987	2.704.230
Dupla Adulto	1.839.148	1.506.550	1.994.185	2.291.242
Dupla Infantil	858.981	681.970	519.880	164.636
Toxóide Tetânico	1.503.135	1.535.999	1.410.554	3.701.792
Onco - BCG - 500 mg	483.595	779.873	942.212	868.791
BCG - Oral - 100 mg	335.058	—	—	—
BCG - ID	891.800	919.050	530.750	131.500
Contra Raiva	827.750	933.440	537.520	648.050
Contra Cólera	—	54.047	—	22.457
Contra Febre Tifóide	132.740	43.720	44.630	—
Pertússica	25.266	12.321	37.989	—
Contra Gripe	16.026	14.363	16.759	9.870
Contra Febre Maculosa	—	2.455	—	3.044
Contra Variola	—	—	—	115.025
Toxina Schick	—	—	—	—
Antígeno Pertussis-Tetânico	—	6.610	—	3.914
Anatoxina Estafilocócica	—	12.216	—	—
Total	11.221.347	10.675.064	8.464.466	10.664.551

Fonte: Instituto Butantan, Coordenadoria de Serviços Técnicos Especializados, Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo.

chegará, no máximo, a 80 mil doses, quando o país necessita de 350 mil a 400 mil doses anuais de soros antipeçonhen-

tos. Só a definição de uma política global poderá garantir e sustentar tais níveis de produção.

**Bernardo Kucinski e
José Augusto Paciello**
Ciência Hoje, São Paulo

A Itautec que entrou na Unicamp.



Numa operação que incluiu o fornecimento do I-9000, dos softwares GRI (Gerenciador de Redes Itautec), GBDI (Gerenciador de Banco de Dados Itautec) e 200 microcomputadores I-7000, a Unicamp passou a contar com um sistema completo de processamento de dados de avançada tecnologia. Essa operação é parte de um convênio de cooperação técnica e científica envolvendo todas as áreas da Unicamp. O primeiro I-9000 que saiu da Itautec só poderia ter entrado na Unicamp. Tecnologia com tecnologia se paga.

Itautec
R. Bela Cintra, 1149 - Tel. (011) 280-2966
S. Paulo - CEP 01415.

● **Congresso Internacional de Matemáticos**, de 3 a 11 de agosto de 1986, na Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA. Diretor Executivo: Dr. Jill P. Mesirov. Informações: ICM-86, P. O. Box 6887, Providence, R.I. 02940, USA. Informações no Brasil com o Prof. Ubiratan D'Ambrosio (Unicamp, Caixa Postal 1170, 13100, Campinas, SP), que já está distribuindo a primeira circular do Congresso.

● **5.º Seminário de Comando Numérico no Brasil**, 13 e 14 de agosto, em São Paulo, promovido pela Sociedade Brasileira de Comando Numérico. Informações: Rua Gen. Jardim, 645, 7.º andar, Cj. 72, 01223, São Paulo, SP. Tel.: (011) 255-2967.

● **13.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, de 18 a 23 de agosto, em Maceió, promovido pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Coordenador: Roberto Bertoldo. Informações: Av. Presidente Wilson, 164, 7.º andar, Caixa Postal 15.029, 20030, Rio de Janeiro, RJ. Tels.: (021) 220-3422 e 220-6824.

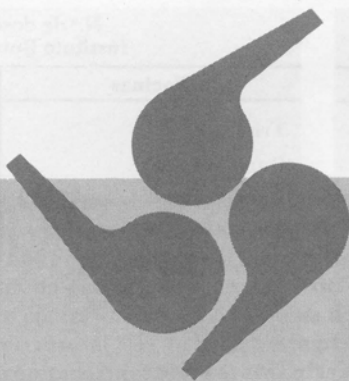
● **Seminário de Catálise**, de 22 a 24 de agosto, em Salvador, promovido pelo Instituto Brasileiro de Petróleo. Informações: Av. Rio Branco, 156, 10.º andar, 20043, Rio de Janeiro, RJ.

● **III Congresso Estadual dos Sociólogos**, de 1 a 5 de setembro, na Faculdade de Ciências Sociais da USP. Tema geral: "Os sociólogos e a Constituinte". Promoção da Associação dos Sociólogos do Estado de São Paulo: Rua Augusta, 719, sobreloja 3, 01305, São Paulo, SP. Tel.: (011) 257-8225.

● **9.º Congresso Internacional de Tiróide**, de 1.º a 6 de setembro, em São Paulo, promovido pela Sociedade Latino-americana de Tiróide. Informações com o Dr. Geraldo Medeiros, Hospital das Clínicas, Caixa Postal 8091, 01000, São Paulo, SP. Tel.: (011) 212-5711.

● **IX Congresso Brasileiro de Paleontologia**, de 1.º a 7 de setembro, em Fortaleza, promovido pela Sociedade Brasileira de Paleontologia. Informações: DNPM — Paleontologia, Av. Pasteur, 404, 22290, Rio de Janeiro, RJ.

● **Simpósio sobre a evolução do Atlântico Sul**. Será realizado simultaneamente



QUÍMICA PARA O NORDESTE

O XXVI Congresso Brasileiro de Química, de 6 a 11 de outubro, em Fortaleza, promovido pela Associação Brasileira de Química, terá como tema central a participação desta ciência no encaminhamento dos problemas nordestinos. Serão examinadas as questões básicas das seguintes áreas: ensino da química na região (2.º grau, graduação e pós-graduação); saúde pública, bem como nutrição e desnutrição das populações nordestinas; conhecimentos químicos relacionados com a flora, fauna, solo, ar e água, sua preservação e melhor utilização; desenvolvimento tecnológico rural, com aplicação racional da química agrícola, de acordo com as peculiaridades locais; tecnologia industrial, com especial atenção para a potencialidade de produtos como o açúcar, amido, gipsita e fosfatos, sub-produtos das salinas e outras matérias-primas, que demandam avaliações substantivas para otimizar sua utilização.

Em foco estarão, também, o parque industrial tradicional do Nordeste (têxtil, usinas de açúcar e álcool), bem como os pólos petroquímicos e indústrias álcool-químicas, recentemente instaladas. Outra área industrial importante, em pauta, refere-se à energética, a nível de tecnologias avançadas oriundas de novos conhecimentos em físico-química (eletroquímica, química no estado sólido/supercondutores) e de técnicas inovadoras da engenharia química moderna. Serão abordadas ainda as propriedades físico-químicas dos combustíveis alternativos providos da biomassa.

O coordenador do Congresso é o prof. Roberto Rodrigues Coelho, presidente da Associação Brasileira de Química. As inscrições e pedidos de informação devem ser dirigidos à ABQ, Rua Alcindo Guanabara, 24/13.º andar, 20031, Caixa Postal 550, Rio de Janeiro, RJ. Tel.: (021) 262-1837.

com o IX Congresso Brasileiro de Paleontologia. Informações no mesmo endereço.

● **10.º Colóquio da Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica**, de 2 a 6 de setembro, na Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Laboratório de Microscopia Eletrônica. Informações: Caixa Postal 20.516, 01498, São Paulo, SP. Tel.: (011) 211-2122 R/369.

● **IX Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, de 3 a 6 de setembro, em Campinas, promovido pela Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica e pelo Centro de Engenharia Biomédica da Unicamp. Coordenadora: Prof.ª Maria Adélia Collier Farias. Caixa Postal 6040, 13100, Campinas, SP. Tels.: (0192) 39-1301 R/560 e 39-3111 R/213.

● **Informática 85 — XVIII Congresso Nacional e V Feira Internacional de Informática**, de 23 a 29 de setembro, no Parque Anhembi, São Paulo. Realização da Sucesu-SP, com patrocínio dos Minis-

térios da Ciência e Tecnologia e das Comunicações. Secretaria Executiva: Rua Tabapuã, 627, 9.º andar, Cj. 91, São Paulo, SP, 04533. Tel.: (011) 883-3770.

● **XLI Congresso Brasileiro de Cardiologia**, de 29 de setembro a 3 de outubro, em Porto Alegre, promovido pela Sociedade Brasileira de Cardiologia. Coordenador: Prof. Mario Rigatto, Caixa Postal 1902, 90000, Porto Alegre, RS.

● **X Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia**, de 21 a 23 de outubro, no auditório da Fapesp — Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. Comitê de coordenação: Jacques Marcovitch, Antonio C. Amaru Maximiano e Maria Selma Baião. Promoção da Finep, com o apoio do CNPq, Fapesp e SICCT/SP. Informações: Instituto de Administração da FEA/USP, Sala BS-60, Área de Treinamento, Caixa Postal 11.498 (Ag. Pinheiros), 05499, São Paulo, SP. Tels.: (011) 211-4633, 210-4640 e 211-0411 - R/249 e 250.

EM TODOS OS MOMENTOS, EM TODOS OS LUGARES.



ENERGIA DE SÃO PAULO ÀS SUAS ORDENS.

**ENERGIA DE
SÃO PAULO** CESP
CPFL
ADMINISTRAÇÃO UNIFICADA
ELETROPÁULO
COMGAS



SBPC

A SBPC — Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência — tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país; promover e facilitar a cooperação entre os pesquisadores; zelar pela manutenção de elevado padrão de ética entre os cientistas; defender os interesses dos cientistas, tendo em vista o reconhecimento de sua operosidade, do respeito pela sua pessoa, de sua liberdade de pesquisa e de opinião, bem como do direito aos meios necessários à realização de seu trabalho; lutar pela remoção de empecilhos e incompreensões que embarcem o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política científica e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congregar pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem 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 audiên-

cia 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 17.000 associados, e em suas reuniões são apresentados cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realizadas 250 mesas-redondas, cursos e conferências. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

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

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

Sede nacional: Rua Pedrosa de Moraes, 1512, Pinheiros, São Paulo, tel.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **Aracaju** — Coordenação de Pós-Graduação e Pesquisa, UFSE, tel.: 224-1331 R. 240 (Gizelda

Santana Moraes); **Belém** — Museu Paraense Emílio Goeldi, tel.: 224-9233 R. 220 (Antonio Carlos Magalhães Lourenço dos Santos); **Belo Horizonte** — Depto. de Biologia Geral, Inst. de Ciências Biológicas, UFMG, tel.: 441-5481 (José Rabelo de Freitas); **Blumenau** — Fundação Educacional da Região de Blumenau, tel.: 22-8288 (Norma Odebrecht); **Brasília** — Laboratório de Genética e Evolução, Inst. de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Animal, UnB, tel.: 272-0000 R. 2161 (José Maria G. de Almeida Júnior); **Cuiabá** — Sub-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação — UFMT, tel.: 361-2211 R. 166 ou 210; (Miramy Macedo); **Fortaleza** — tel.: 223-5951 (Eduardo Diatay Bezerra de Menezes); **Goiania** — Inst. de Matemática e Física, UFGO (José Valter Péllico); **João Pessoa** — Laboratório de Tecnologia Farmacêutica — UFPP, tel.: 224-7200 R. 2381 (Lauro Xavier Filho); **Londrina** — Centro de Ciências Exatas, Depto. de Física, Universidade Estadual de Londrina, Tel.: 27-5151 R. 513 (Carlos Roberto Appoloni); **Manaus** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, tel.: 236-5700 R. 133 (Maria Lúcia Absy); **Natal** — Centro de Biotecnologias, Setor de Psicobiologia, UFRN, tel.: 231-1266 R. 289 (Lúcio Flávio de Souza Moreira); **Piracicaba** — Inst. de Genética, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, tel.: 33-0011 R. 252 (Paulo Sodero Martins); **Porto Alegre** — tel.: 36-8399 (Valério Rohden); **Recife** — Depto. de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco (Sílvia José de Macedo); **Rio Branco** — Depto. de Ciências da Natureza, Fundação UFAC, tel.: 224-2397 R. 138 (Luiz Rubens Piedade); **Rio Claro** — Inst. de Biotecnologias, Unesp, tel.: 34-7599 R. 28 (Maria Neysa Silva Stort); **Rio de Janeiro** — Av. Venceslau Braz, 71 fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Adilson de Oliveira); **Salvador** — Inst. de Ciências da Saúde, Depto. de Bioquímica, UFBA, tel.: 245-8602 R. 12 (Luiz Erlon Araújo Rodrigues); **São Luís** — UFMA, tel.: 221-1354 (Laércio Elias Pereira); **São Paulo** — Escola Paulista de Medicina, Disciplina de Genética, tel.: 572-6033 R. 157 (Roque Monteleone Neto); **Vitória** — Depto. de Morfologia, Centro Biomédico, UFES, tel.: 225-1197 (Rodrigo Roque Lesqueves de Castro).

CIÊNCIAHOJE

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

Redação e secretaria:
Avenida Venceslau Braz 71, fundos, casa 27 Rio de Janeiro, CEP 22290, tels. 295-4846 e 295-4442.

Editores:
Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ)
Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ)

Conselho editorial:
Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Alzira Alves de Abreu (CPDOC — Fundação Getúlio Vargas), Angelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Antônio César Olinto (Laboratório de Computação Científica, CNPq), Joaquim Falcão (Fundação Joaquim Nabuco, PE), José Albertino Rodrigues (Núcleo de Pesquisa e Documentação, UFSCAR), José Monserrat Filho (jornalista), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Oswaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ronaldo Nóbrega (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, COPPE/UFRJ), Roque Monteleone Neto (Escola Paulista de Medicina), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto).

Jornalismo: Tales Faria
Edição de texto: César de Queiroz Benjamin e Maria Luiza Borges
Revisão: Marita Dias

Direção de Comunicação: José Monserrat Filho

Direção de arte: Maria Regina Ferraz Pereira
Diagramação: Danielle Martins Prazeres
Arte-final: Selma Azevedo

Produção:
Alvaro Roberto Souza Moraes, Zairine Vianna Freire

Administração:
Adalgisa S. Bahri, Zélia F. Caldeira, Maria Lúcia Glória Pereira, Wellington Francisco dos Santos Pacheco, Genésio Mello de Carvalho, Cláudio Costa Carvalho, Delson Freitas, Carlos

A. Kessler Filho, Carlos Leopoldino da Silva, José Augusto Vianna, Maria do Rosário

Colaboraram neste número: Estela dos Santos Abreu, Sérgio Tadeu N. Lamarão (texto); Lilian de Abreu Mota (diagramação); Claudius, J. B. Bittencourt Neto, Nefiana Tojar, Carlos Scliar (ilustração); Renato Comodo, H. R. Pimenta, J. G. Ferreira Filho, R. P. Martins, P. A. D. De Blasis (fotografia)

Capa: Renato Comodo

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

Sucursal Belo Horizonte:
Angelo B. Machado, Roberto Carvalho — Dept.º de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Caixa Postal 2486, CEP 30000, tel.: (031)441-8077 R/1179

Sucursal Brasília:
Celina Roitman, Maria Helena Figueiró Andrade — Colina UnB, Bloco A, ap. 24, CEP 70000, tel.: (061)272-2450

Sucursal Porto Alegre:
Edmundo Kanan Marques — Av. Nilo Pecanha 730 sala 501 (FACTEC), CEP 90000, tel.: (051)231-8230

Sucursal Recife:
Joaquim Falcão, André Freire Furtado, Cid Bartolomeu, Gilene Vieira Azeites — Fundação Joaquim Nabuco, Av. Dois Irmãos 92, Apipicós, CEP 50000, tel.: (081)268-4611

Sucursal São Carlos:
José Albertino Rodrigues, Henrique Krieger, José G. Tundisi, Roberto Lobo, Vera Rita da Costa — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural da UFSCar, Rua Nove de Julho 1227, CEP 13560, tel.: (016)271-1100 R/240

Sucursal São Paulo:
Roque Monteleone Neto, Bernardo Kucinski, Luiz Augusto A. Pacioli — Rua Cardenal Arco Verde 373, CEP 05407, tel.: (011)881-9889

Assinaturas: Brasil (6 números) Cr\$ 54.000. América Latina e África (6 números): US\$ 20.00 (superfície) e US\$ 40.00 (aérea). EUA e Europa (6 números): US\$ 25.00 (superfície) e US\$ 50.00 (aérea). Números atrasados: Cr\$ 9.000.

Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Lídio Ferreira Júnior Artes Gráficas Ltda. **Produção Industrial:** Lastris S.A. Indústria de Artes Gráficas. Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e a Fundação Ford. Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade dos autores. Todos os artigos enviados para publicação serão submetidos à aprovação do Conselho Editorial ou do Conselho Científico. Os originais não serão devolvidos. Todos os direitos reservados. Não é permitida a reprodução total ou parcial das matérias constantes desta edição sem o consentimento dos editores.

Publicidade: Rudiger Ludemann e Douglas Sampaio Venditti. Av. Paulista, 807 — 3.º andar — conj. 325, São Paulo, tel. 285-6585; Rio de Janeiro, tel. 295-4846; Brasília, tel. 224-8760



CHEGOU O 5 EM 1 DA SID

PARA EMPRESAS DE QUALQUER PORTE DISPOSTAS A CRESCER COM ELE.

Você pode ter uma empresa pequena, mas com tudo para crescer. Ou uma grande empresa, onde certas áreas vão continuar crescendo. Em qualquer caso, compre para ela o Sistema 5 - o novo multiprocessador da SID. Ele permite compartilhamento de arquivos e recursos de impressão por até cinco usuários simultaneamente, oferece mais espaço de memória e - mais importante - cresce do jeito que você precisa. Você já começa com alta capacidade de processamento e, caso necessitar, pode multiplicá-la por 5.

- "Só um multiprocessador é capaz de fazer dois ou mais processamentos simultâneos."

- "Por exemplo: folha de pagamento, estoques..."

- "...contabilidade, planilha de cálculo..."

- "...processamento de texto, planejamento e controle de produção..."

- "...contas a pagar e a receber. Tudo ao mesmo tempo!"

- "O que é, o que é: sabe mais que 5 Viscondes, quanto mais cresce menos gasta e é tão versátil quanto a boneca aqui?"



Dados técnicos do Sistema 5:
Até 5 placas processadoras, com 64 kB de memória cada uma.
Placa arbitadora para gerenciar cinco processamentos simultâneos e o endereçamento dos arquivos mais solicitados.
Configuração final com 5 terminais de vídeo/teclado, 5 impressoras globais e/ou locais, 1 unidade de disco flexível, 4 unidades de discos Winchester de até 10 MB cada.
Compatível com CP/M. Aproveita software existente.
Não necessita de instalações especiais.

SID

INFORMÁTICA S.A.

Informe-se pelo telefone:
255.8595 (São Paulo) e (011) 800.8595 (Interurbano).
A chamada é grátis.

SHARP



**NA FOTO, AVIÃO DA VASP
EM SUA COSTUMEIRA
DEMONSTRAÇÃO DE PONTUALIDADE.**

V A S P

Voe Vasp

É a mais pontual.