

LOGRAFIA
A LUZ CONGELADA

CIÊNCIA HOJE

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

Vol. 3. N.º 16 Janeiro/Fevereiro de 1985 Cr\$ 5.000

VACINA CONTRA A MALÁRIA?



Manaus, Santarém, Boa Vista, Macapá, Altamira, Porto Velho, Ji-Paraná e Rio Branco (via aérea) Cr\$ 0,300

CORCEL 85 TEM UMA TECNOLOGIA QUE VOCÊ NÃO CONHECE.

Você vai gostar do novo Corcel, vai gostar de tudo o que ele ganhou por fora e por dentro.

Mas vai gostar, principalmente, de saber que foram melhoradas ainda



mais as características que o consagraram no Brasil inteiro como um carro econômico, confortável, resistente e seguro. E ainda a garantia Ford total contra corrosão.



FIQUE POR DENTRO DO NOVO CORCEL.

Um carro tão completo assim não precisava mudar. Mas mudou e mudou para melhor.

CORCEL 85 TEM UM CONFORTO QUE VOCÊ NÃO CONHECE.

O Corcel roda tranqüilo seja qual for a condição da estrada, seja com sol,

seja com chuva. E melhor agora, com a nova suspensão mais segura e confortável.

Novas lanternas traseiras, novo módulo elétrico centralizado, no compartimento do motor, que facilita o acesso aos relés e fusíveis, novo painel de instrumentos (mais completo), novo banco traseiro anatômico (mais espaço), novo revestimento dos bancos,

novo relógio elétrico no teto incorporando luzes de leitura.

CORCEL 85 TEM UM DESEMPENHO E ECONOMIA QUE VOCÊ NÃO CONHECE.

Agora o Corcel está ainda mais econômico. Seu desempenho aumentou graças às mudanças no sistema de carburação e comando de válvulas.

Ganhou uma nova frente totalmente redesenhada com melhor desempenho aerodinâmico.

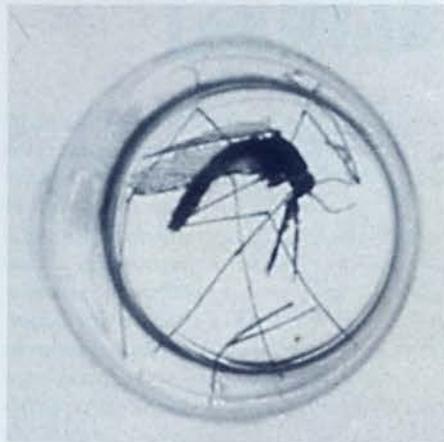
Em outras palavras, este conhecido seu está novo. Mude para ele. Mude para um carro novo que você conhece.



FORD: CORCEL 

**CORCEL 85. UM NOVO
CONHECIDO SEU.**





26

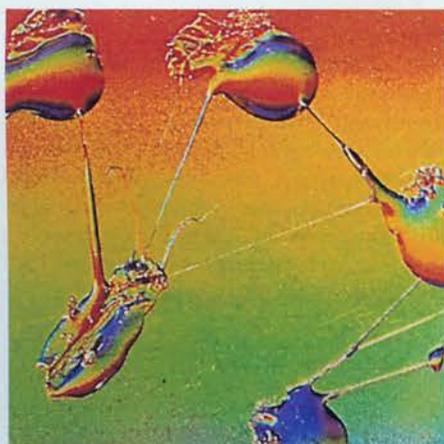
ARTIGOS

MALÁRIA: A VACINA É POSSÍVEL

Victor e Ruth Nussenzweig

Pesquisadores brasileiros conseguiram elucidar a estrutura de uma proteína presente na membrana dos esporozoítos do agente causador da malária e capaz de deflagrar a resposta imune do organismo atacado. É a vacina a caminho.

26



36

HOLOGRAFIA: A LUZ CONGELADA

José Joaquín Lunazzi

A combinação dos princípios da interferência e da difração da luz permitiu o desenvolvimento de uma técnica de reprodução de imagens que preserva a tridimensionalidade e possui inúmeras aplicações.

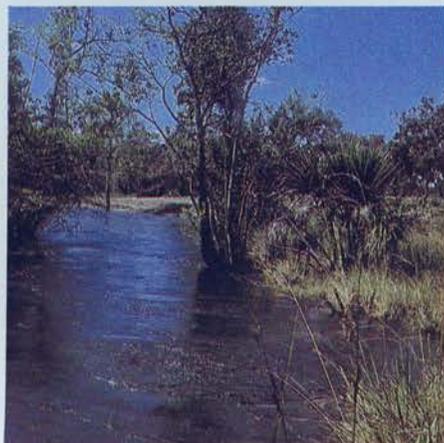
36

TERRA ARDENDO

Eduardo Guimarães Couto, Mauro Resende e Sérvulo Batista de Rezende

O aproveitamento das turfas, ou solos orgânicos, como combustível pode causar sérios danos ao ecossistema de algumas áreas do interior do país. Há outro caminho para explorar o potencial destas regiões: a produção de alimentos.

48



48

A FLORESTA E AS ÁGUAS

Eneas Salati

A floresta amazônica participa ativamente do ciclo da água na região que recobre. O desmatamento excessivo poderá influenciar todo o equilíbrio local do clima e da vida.

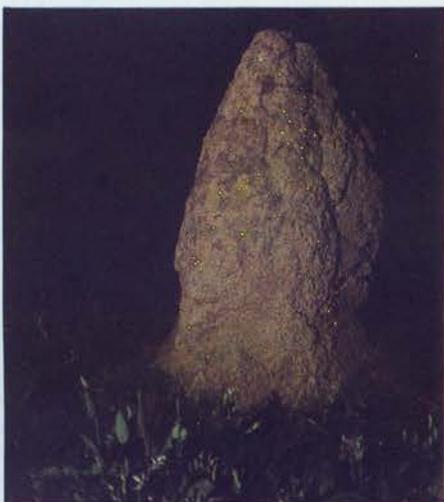
58

ATRIBUIÇÕES DE UMA ECONOMISTA NA AMAZÔNIA

Anna Luiza Ozorio de Almeida

A teoria, na prática, é outra. Principalmente quando uma equipe de pesquisa perambula nas áreas de fronteira econômica e demográfica no interior da Amazônia sem uma preparação adequada.

66



84

SEÇÕES

| | |
|-------------------|----|
| CARTAS | 2 |
| AO LEITOR | 7 |
| TOME CIÊNCIA | 9 |
| PERFIL | 19 |
| RESENHA | 76 |
| O LEITOR PERGUNTA | 78 |
| OPINIÃO | 80 |
| É BOM SABER | 84 |
| HUMOR | 96 |

foto Rogério Ribeiro de Oliveira



A LEI COMBATE A POLUIÇÃO

Acabo de ler a matéria sob o título "Proteção ambiental para a Mantiqueira", e venho trazer-lhes o nosso aplauso pela divulgação dada ao assunto (...). Todavia, gostaríamos de fazer uma exortação (...) porque os responsáveis pelos danos ecológicos são absolutamente inconscientizáveis e agem deliberadamente, indiferentes aos males que praticam. Aspiramos a que os preservacionistas passem a considerar as agressões ao meio ambiente como fatos (...) que poderão levá-los à busca de soluções na área jurídica.

Os efeitos gerados pela poluição industrial e pelos desmatamentos e uso irracional dos recursos naturais, em país tropical como o nosso, conduzem a alterações climáticas, destruição do solo, danos à saúde dos seres vivos em velocidade mais acentuada do que em climas temperados. (...) Essa problemática exige soluções urgentes, e entre as medidas que reputamos de efeito imediato, a custo zero para a comunidade, é a opção na área jurídica, onde se leva o poluidor a assumir a responsabilidade pelos danos que gerou. Não é concebível que o infrator industrial, que montou uma empresa para gerar lucros, geralmente com isenções e estímulos fiscais de toda ordem, cometa o desplane de lançar para a comunidade a parte negativa de seu negócio, que é a poluição industrial e, desta forma, venha a praticar a privatização do lucro e a socialização do prejuízo.

Graças a essa visão (...) a Associação de Defesa e Educação Ambiental de Maringá (ADEAM) tornou-se a pioneira (...) em todo o Brasil, a terçar forças, na área judiciária, contra poderosos grupos econômicos (...) Temos sido bem-sucedidos e já contamos, em nosso ativo, com nada menos do que seis vitórias contra grupos (...) que foram obrigados a se conformar com a legislação e, em alguns casos, a indenizar as pessoas prejudica-

das. Com uma ação privada, forçamos um frigorífico a instalar equipamentos antipoluição; com uma ação popular, sustamos um desmatamento de 6.000 hectares; com notificação judicial, forçamos a regularização de um loteamento de 19.000 hectares de florestas (...); com uma representação criminal, levamos um empresário de laticínios a instalar lagoas de estabilização de efluentes líquidos; com apenas uma denúncia formal (...), levamos outro frigorífico a encomendar equipamento para reciclagem de seus resíduos.

Achamos que os ecologistas brasileiros estão se exaurindo em atividades que oferecem resultados discutíveis e a longo prazo, enquanto (...) a legislação ambientalista, apesar de acopiada de deficiente, é capaz de resolver os nossos impasses nessa área (...) há leis e os juízes são idôneos e, acima de tudo, se mostram receptivos a esse tipo de ação. (...) exortamos os companheiros ecologistas a ingressarem neste caminho.

Alberto Contar
Presidente, ADEAM, Maringá (PR)

CRIOGENIA

Depois de acompanhar esta interessante e séria revista desde quase o seu lançamento, congratulo-me especialmente com o artigo do professor Lerner sobre "Criogenia", ciência sobre a qual o público conhece muito pouco.

Gertrud Altmann
Rolândia (PR)

DINOSSAUROS E ARQUEOLOGIA

Parabenizo *Ciência Hoje* pela excelente reportagem sobre os "Dinossauros do Brasil". Solicito ainda alguns esclarecimentos:

1. Há pegadas humanas fossilizadas no Brasil? Onde?
2. Para se saber a idade das pinturas rupestres é preciso arrancar amostras do material ou pode-se fazer a datação sem destruição?
3. Qual o endereço do autor do artigo citado?

(...) Gostaria que publicassem com mais frequência assuntos ligados à arqueologia...

Luiz César B. Gonçalves Faria
Campo Grande (MS)

• *Giuseppe Leonardi responde:*

As pegadas humanas fossilizadas mais próximas de nós estão em uma gruta perto de Manágua, na Nicarágua. A presença humana no atual território brasileiro é muito recente, podendo ser datada, com certeza,

em 11 mil anos e, hipoteticamente, em 30 mil anos. Este período é insuficiente para produzir pegadas fósseis. Quanto à idade das pinturas, ela não pode ser determinada nem mesmo através de amostras, pois elas são feitas geralmente com material à base de óxido de ferro ou manganês. Assim, o método do carbono 14 não é aplicável. Além do estudo de estilo, a única maneira de datá-las (aplicada nas grutas da França e da Espanha) é através do encontro de pedaços caídos dentro de uma camada de material datável.

É preciso não confundir paleontologia e arqueologia. A primeira, que entra no campo das ciências naturais (mais especificamente, das geociências), estuda os restos fósseis dos seres vivos (plantas, animais e homens); a segunda pertence mais à área das ciências humanas, estudando as civilizações antigas através de utensílios, objetos, manifestações artísticas, construções.

Finalmente, meu endereço postal é Caixa Postal 13 – 2067, Brasília.

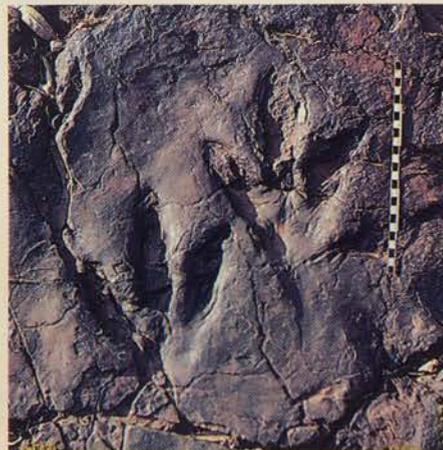


foto G. Leonardi

CIÊNCIA HOJE NAS ESCOLAS

(...) Queremos congratular-nos com a SBPC, FAE e MEC pela oportuna idéia de enriquecer as bibliotecas escolares com esta excelente publicação, que já está sendo utilizada por muitos de nossos 2.490 alunos de 1.º e 2.º graus. (...)

Catharina Schultes
Biblioteca Monteiro Lobato
Birigui (SP)

CRÉDITO

A matéria sobre o Prêmio Nobel de Física publicada em "Tome Ciência", *Ciência Hoje* n.º 15, nov/dez 1984, é de autoria de Juan Alberto Mignaco e Ronald Cintra Shellard.

NEXUS 1600



**O MICRO
PARA PROFISSIONAIS**

COMPATÍVEL COM O PC-IBM. TECNOLOGIA BRASILEIRA

Filial da ABICOMP

SCOPUS
computadores

CARTAS DOS LEITORES

ELETRONORTE E TUCURUÍ

A prestigiosa revista *Ciência Hoje* publicou matéria referente a decisões levadas a efeito durante a 36.^a Reunião Anual da SBPC, em julho último, relacionadas com a Hidrelétrica Tucuruí.

Agora, espero que essa editoria nos conceda o direito de mostrar o revés da questão colocada. (...)

A comunidade científica participa das ações de preservação da fauna e da flora na região de Tucuruí e, assim, não desconhece o trabalho de defesa da ecologia realizado ali pela Eletronorte, que não tem paralelo em implantações de usinas hidrelétricas, em qualquer parte do mundo. Estes e outros aspectos foram mostrados pelo presidente da Eletronorte, engenheiro Miguel Rodrigues Nunes, em correspondência enviada ao presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, professor Crodowaldo Pavan.

O presidente da subsidiária da Eletrobrás respondeu a todas as colocações feitas pela SBPC, quando, em sua assembléia geral, questionou os métodos adotados naquela região do sul do Pará, relativamente ao meio ambiente.

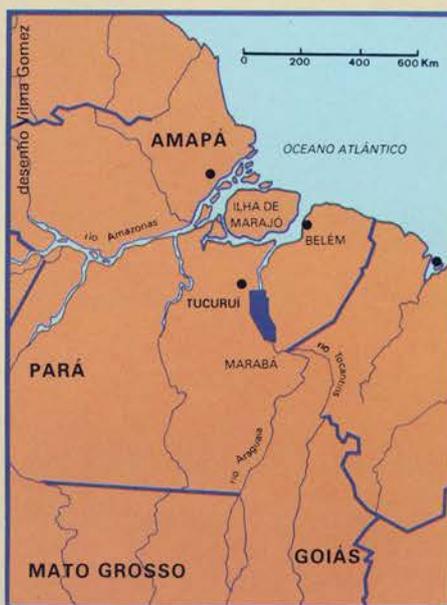
As decisões da assembléia geral da SBPC, realizada em 11 de julho último, foram igualmente comunicadas à Eletronorte, entre as quais a conclusão que implicaria um apelo ao embargo da obra. Sobre esse aspecto, o presidente da Eletronorte informou que aquela empresa jamais recebeu qualquer manifestação da Justiça no sentido de obstar a execução das obras da hidrelétrica, nem quanto ao embargo do represamento do rio Tocantins.

Para provar que nada foi sonogado à comunidade científica no que diz respeito à preservação da ecologia regional, o presidente da Eletronorte lembra que instituições científicas de reconhecido prestígio nacional e internacional trabalham com a empresa estatal na obra de preservação da fauna e da flora do segmento do Tocantins em que se insere a hidrelétrica. Foram mencionados, entre essas instituições, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Instituto Butantã, Instituto Evandro Chagas, Centro Nacional de Primatas, Museu Emilio Goeldi, Universidade de São Paulo, Universidade de Brasília, Universidade Federal do Pará, Superintendência de Campanhas de Saúde Pública, entre outras.

Para demonstrar também que foram dados ao conhecimento público os trabalhos científicos realizados em Tucuruí, o presidente da Eletronorte anexou relações de conferências pronunciadas e trabalhos pu-

blicados pelos cientistas envolvidos no estudo e resgate de animais e de sementes (germoplasmas) das espécies a serem submersas pelas águas do reservatório da hidrelétrica.

Em outra parte da correspondência, o presidente da Eletronorte cita também o fato de terem sido enviados à Secretaria Especial do Meio Ambiente relatórios pertinentes aos trabalhos em torno da aplicação de herbicidas aprovados pelo ministério competente e de uso em todo o país e na região e destaca o próprio relatório dos técnicos da SEMA que não acusa a existência de agrotóxicos, em graus letais, nem na área inundada, nem ao longo das linhas de transmissão.



Quando à mortalidade de animais e de seres humanos, mencionada pela SBPC, a Eletronorte exhibe os resultados de perícias solicitadas a instituições como o Instituto Biológico de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias da Unesp (Campus de Jaboticabal), Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e Delegacia Estadual do Ministério da Agricultura do Pará — essas duas instituições, num trabalho em conjunto. Os laudos periciais dessas instituições não atestam sequer um caso de morte, de pessoas ou animais, produzida por agrotóxicos. Pelo contrário, ficou comprovado que os herbicidas usados nas faixas percorridas pelas linhas de transmissão não afetaram em profundidade a cobertura vegetal, porque ficou constatada a rebrota em todo o percurso das linhas.

“Como poderíamos ter negado acesso aos estudos sobre Tucuruí à comunidade científica nacional se esses estudos foram feitos por parcela considerável dessa mesma comunidade científica?”, indaga o presidente da Eletronorte.

Roberto Jenkin de Lemos
Assessoria de Relações Públicas — Eletronorte — Brasília (DF)

● *Ciência Hoje* vê como ponto altamente positivo a preocupação da Eletronorte em responder às críticas e denúncias constantes das moções aprovadas pela Assembléia geral da 36.^a Reunião Anual da SBPC, relativas à construção da hidrelétrica de Tucuruí e sua linha de transmissão. Entretanto, na carta dirigida ao prof. Crodowaldo Pavan, o presidente da Eletronorte, engenheiro Miguel Rodrigues Nunes, tece comentários apenas sobre as colocações feitas na moção relativa ao uso de agrotóxicos na linha de transmissão da hidrelétrica e na moção na qual a SBPC protesta contra a sonogação de dados à imprensa do estado do Pará e à comunidade científica. Assim, o presidente da Eletronorte não respondeu a nenhuma das colocações feitas pela SBPC na moção transcrita em *Ciência Hoje* (vol. 3, n.^o 14), que tratou especificamente dos problemas ecológicos e sociais que poderiam resultar do fechamento da barragem da maneira que estava planejada. Do mesmo modo, a correspondência e o texto acima têm muito pouco a ver com a moção publicada em *Ciência Hoje*.

É certo que membros da comunidade científica executaram projetos específicos de pesquisa na área de Tucuruí, envolvendo, por exemplo, o estudo de vetores de doenças, a coleta e estudo de exemplares da fauna e flora que seriam destruídas com a inundação. Entretanto, isto não significa que estes cientistas, e muito menos suas instituições, deram aval às ações da Eletronorte no que se refere aos problemas sociais e ambientais na área, ou que concordaram com o fechamento da barragem nas condições em que isto foi feito. Na realidade, este fechamento foi feito contra as recomendações do Instituto de Pesquisas da Amazônia, que sugeriu um enchimento gradual. Além do mais, a operação de “salvamento” dos animais foi feita com procedimentos veementemente criticados pelos zoólogos brasileiros reunidos em Belém, durante o XI Congresso Brasileiro de Zoologia.

Não temos condições de avaliar a validade da afirmação de que o “trabalho de defesa da ecologia realizado pela Eletronorte na área da hidrelétrica de Tucuruí não tem paralelo em implantações de usinas hidrelétricas em qualquer parte do mundo”. Parece-nos, no entanto, prematura tal afirmação, considerando-se que o reservatório foi fechado há muito pouco tempo e sequer chegou à sua cota máxima. Os danos ecológicos mais graves, resultantes de falhas no planejamento das medidas de proteção ambiental, nem sempre ocorrem em curto prazo. Na hidrelétrica de Brokopondo, no Suriname, onde o reservatório também cobriu grandes extensões de mata, estes danos apareceram mais tarde.

CARTAS DOS LEITORES

A ÁRVORE DA CIÊNCIA

Como alguém que viveu ou acompanhou em boa parte os acontecimentos descritos em "A Árvore da Ciência" (*Ciência Hoje* n.º 15, p. 70), gostaria de oferecer alguns comentários esclarecedores (...)

Reconheço a dificuldade de tentar delimitar as sucessivas gerações de cientistas brasileiros. Uma acomodação uniforme é dificultada pelo fato do "ano zero" para física, química e matemática ser 1934, enquanto os começos das ciências biológicas se situam em época bem mais remota. Optou o autor pela classificação em faixas etárias. Tal critério naturalmente (...) leva a algumas incongruências no agrupamento em quadros rígidos. A divisão entre os nascidos até 1920 e os de data posterior, particularmente, conduz a uma visão imperfeita. Mais real seria considerar uma faixa de transição abrangendo os anos após a Primeira Guerra Mundial. Algumas imperfeições ficariam assim corrigidas. Por exemplo: Manoel da Frota Moreira, produto da escola de Carlos Chagas Filho, não figuraria com este no mesmo quadro; eu não ficaria separado de Ernesto Giesbrecht e Blanka Wladislaw, meus contemporâneos na Faculdade. De qualquer maneira, minha colocação fica melhor na terceira geração, pois embora tendo estudado com Rheinboldt e Hauptmann e, assim, sido atingido pelo sopro da atmosfera então reinante na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP, não fui, na verdade, "discípulo" deles, pois após me formar inicii minha vida profissional imediatamente no serviço público, longe de São Paulo. Só passei a dedicar-me em cheio à ciência no fim da década de 40, no ambiente do Instituto de Química Agrícola no Rio de Janeiro, propiciado pela generosidade de Taygoara Amorim e Oscar Ribeiro. Da mesma forma, Otto Gottlieb passaria para a terceira geração, pois somente iniciou sua carreira científica após prolongada atividade na indústria. Ele, radicado no Rio de Janeiro, como eu, que para cá me transferi, repetimos na área da química a experiência antes descrita para os biólogos mais antigos, completando no exterior nossa formação, já que no Rio ainda não existiam condições para isto como as havia em São Paulo.

O que de certa forma descaracteriza a primeira geração apresentada foi a decisão do autor de somente incluir pessoas vivas em 1977. Com isto deixam de ser lembrados nos quadros figuras importantes, como André Dreyfus (genética), Joaquim da Costa Ribeiro (física), Ângelo da Costa Lima (entomologia), Ernst e Eveline Marcus (zoologia), Heinrich Rheinboldt e Heinrich Hauptmann

(química), entre outros. Ausentes por completo estão os botânicos: Frederico Carlos Hoehne, Felix Rawitscher e Mário Guimarães Ferri, em São Paulo; João Geraldo Khulmann, Kurt Brade e Carlos Toledo Rizini, no Rio de Janeiro; Adolfo Ducke e João Murça Pires, em Belém, para só citar alguns. Igualmente deveriam figurar pelo menos alguns dos muitos sucessores de Carlos Chagas no Instituto de Biofísica, com Aristides Leão à frente. Entre os biólogos de terceira geração não poderia faltar o nome de Johanna Döbereiner (microbiologia).

Vários nomes estão grafados erradamente. Assim, deve ser: Gleb Wataghin (não Wathagin), Viktor Leinz (não Leintz), Paschoal Senise (não Senize), Heinrich Rheinboldt (não Rheiboldt).

Dados incorretos cercam a figura de Quintino Mingoia (originalmente Mingoja, só mudando a grafia para a forma fonética do português depois de muitos anos no Brasil). Não estava ele entre os europeus originalmente convidados por Theodoro Ramos para compor o corpo docente da recém-formada FFCL da USP. Chegou ao Brasil em 1935 (não em 1934 como está no Quadro 3), contratado pelo Laboratório Paulista de Biologia, uma instituição privada. Só bem mais tarde (1945) foi contratado para a Faculdade de Farmácia da USP, graças, em grande parte, ao empenho de Venâncio Machado, professor de química analítica naquela escola. Finalmente, na foto n.º 6, pg. 79, Mingoia é o primeiro da esquerda, Viktor Leinz o segundo, inversamente ao que diz a legenda. Também F. Brieger não veio para a Faculdade de Filosofia, mas para a Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, em Piracicaba. O ano de nascimento de Marcelo Damy é 1914 e não 1920, como está dito.

Aos dados sobre as origens familiares, (...) posso acrescentar que sou filho de imigrantes, mas não Otto Gottlieb, que, embora nas-

cido na Tchecoslováquia, é filho de mãe brasileira nata e optou pela nacionalidade brasileira ao atingir a maioridade.

É óbvio que a história das ciências no Brasil não pode ser contada em um artigo de 15 páginas. Mas é pena que uma exposição deste cunho, oferecendo sem dúvida uma boa condensação do assunto, e que certamente atrairá o interesse de um grande número de leitores, contenha tantas incorreções — tanto mais como seguramente servirá de fonte de informação para futuros historiadores. Com isto em mente, peço que tomem estes meus comentários na conta de bem-intencionada contribuição.

Walter B. Mors
Rio de Janeiro (RJ)

(...) Estranhei que no artigo "A Árvore da Ciência", dentre os da 2.ª geração não tivessem feito sequer uma alusão aos nomes de Walter Oswaldo Cruz e de Haity Moussatché que, sem dúvida, fazem parte do grupo em questão e o engrandecem.

Isar Hasselmann Oswaldo Cruz
Rio de Janeiro (RJ)

● *Simon Schwartzmann responde:*

Periodizações, como a tentada em "A Árvore da Ciência", são sempre artificiais e sujeitas a erros de interpretação, como foi o caso com o professor Walter Mors. No entanto, elas são indispensáveis para podermos evoluir da multidão de informações isoladas para a tentativa de interpretações mais gerais e abrangentes da história passada. Elas servem, também, para chamar a atenção sobre as informações que faltam, e as que seria necessário obter. As correções e, sobretudo, os acréscimos do professor Mors e da dra. Isar enriquecem o artigo, e mostram como a história da ciência no Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer.



Quintino Mingoia, Viktor Leinz, Marcelo Moura Campos e Blanka Wladislaw.

O QUE É A 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 embaracem o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política científica e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congrega pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem 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, ou-

vir apreciações, criticar e comentar trabalhos de outros. Temas e problemas nacionais e regionais relevantes são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que tem ainda o direito de participar dos debates. Finalmente, assuntos e tópicos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948 por um pequeno grupo de cientistas, a SBPC reúne hoje mais de 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*.

As Sedes da SBPC

Em São Paulo, encontra-se na Rua Pedroso de Moraes, 1512, Pinheiros — tels.: 211-0495 e 212-0740. Nos outros estados as regionais, com os respectivos secretários, estão localizadas em:

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** — Dept.º 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, Dept.º de Biologia Animal, UnB, tel.: 272-0000 R.2161 (José Maria G. de Almeida Junior); **Cuiabá** — tel.: 361-2211 R.161 (Miramy Macedo); **Fortaleza** — tel.: 223-5951 (Eduardo Datay Bezerra de Menezes); **Goiânia** — Inst. de Matemática e Física, UFGO (José Valter Péllico); **João Pessoa** — Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, UFPB, tel.: 224-7200 R.2381 (Lauro Xavier Filho); **Londrina** — Centro de Ciências Exatas, Dept.º 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 Biotecnologia, 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** — Dept.º de Oceanografia, UFPE (Silvio José de Macedo); **Rio Branco** — Dept.º de Ciências da Natureza, Fundação UFAC, tel.: 224-2397 R.138 (Luiz Rubens Piedade); **Rio Claro** — Inst. de Biotecnologia, 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, Dept.º de Bioquímica, UFBA, tel.: 245-8602 R.12 (Luiz Erlon Araujo Rodrigues); **São Luís** — Dept.º de Física, 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** — Dept.º de Morfologia, Centro Biomédico, UFES, tel.: 225-1197 (Rodrigo Roque Lesqueves de Castro).

Expediente

Publicada bimestralmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Redação e Secretaria: Avenida Venceslau Brás 71, fundos, casa 27, CEP 22290 — telefones 295-4442 e 295-4846. Jornalismo: Tales Faria. Editor de texto: César de Queiroz Benjamin. Edição de arte: Maria Regina Ferraz Pereira, Maria Rita Parreiras Horta e Sílvia Lima Negreiros. Diretor de comunicação: José Monserrat Filho. Produção: Álvaro Roberto Souza Moraes, Zairine Vianna Freire. Administração: Adalgisa S. Bahri, Maria Lúcia Glória Pereira, Zélia F. Caldeira, José Augusto Vianna, Cláudio Costa Carvalho, Delson Freitas, Genésio Mello de Carvalho, Maria do Rosário. 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), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Antônio César Olinto (Laboratório de Computação Científica, CNPq), Joaquim Falcão (Fundação Joaquim Nabuco), 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 Frola-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Reinaldo F. N. Guimarães (Instituto de Medicina Social, UERJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ronaldo Nóbrega (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, COPPE/UFRJ), Roque Monteleone Neto (Escola Paulista Medicina), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto). 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), Elísaldio Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallemebeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Welfort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Hebert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Antônio Freitas Pacheco (Observatório Nacional, CNPq), José Goldemberg (Instituto de Física, USP), José Reis (Diretor de Ciência e Cultura, SBPC), José Ribeiro do Valle (Escola Paulista de Medicina), José Seixas Lourenço (Museu Paraense Emílio Goeldi), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luiz 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 R. Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto), H. Moysés Nussenzevig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFP), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo 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, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA). Núcleo Brasília: Inaé Amado. Núcleo Nordeste: André Freire Furtado, Cid Bartolomeu Araújo, Cilene Vieira Azevedo e Joaquim Falcão. Colaboraram neste número: Estela dos Santos Abreu (texto), Danielle Martins Prazeres (diagramação); José Augusto Fialho, Nani, Rossini Perez, Selma Azevedo Fernandes, Vilma Gomez (ilustração); Júlio Bernardes, Kako, Kim-Ir-Sen, Luiz Claudio Marigo, Mário Belloni Júnior (fotografia); Selma Azevedo Fernandes (arte-final); Marita Dias, Nelson Moreira (revisão). Capa: Guta.

Assinaturas:

Brasil (6 números) Cr\$ 30.000
 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\$ 5.000



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: JB Indústrias Gráficas S.A. 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 a 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 e 295-4442; Brasília, tel. 224-8760.

AO LEITOR

Caro Leitor:

Todo o país espera que 15 de março próximo não represente apenas a posse de um novo governo, mas o início de um novo tempo no qual as relações entre o Estado e a sociedade sejam outras também. Nos meios científicos, a expectativa é reforçada pela dimensão da presença do Estado nas questões relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro. A política das instituições, a definição de projetos e de prioridades, e, portanto, o próprio cotidiano dos nossos pesquisadores são extremamente sensíveis a mudanças nas orientações e posturas oficiais.

A comunidade científica não pretende perder a possibilidade — arduamente conquistada — de estabelecer novas relações com o Estado, capazes de refletir, nesta área específica, o avanço da transição democrática de que a Nação necessita. Para tal, pelo menos quatro mudanças parecem ser fundamentais a curto prazo.

A primeira diz respeito à garantia de acesso amplo e irrestrito da sociedade e, portanto, também da comunidade científica, às informações relevantes sobre a ação da administração pública. Todos sabemos que não se constrói democracia alguma fazendo do segredo a base da gestão dos negócios do Estado. Também não se faz ciência séria se os próprios cientistas não podem ter acesso a informações vitais relativas, por exemplo, à política nuclear, aos índices econômicos, ao andamento das pesquisas em instituições ligadas a empresas estatais ou órgãos militares, à política externa. Em passado recente, em nome da segurança nacional, tudo isso permaneceu recoberto pelo véu do segredo, e hoje não se sabe bem quais interesses foram efetivamente protegidos. Não há dúvida, entretanto, de que erros graves poderiam ter sido evitados.

A segunda mudança diz respeito à necessidade de maior participação do Poder Legislativo na definição da política e da legislação relativas à ciência e tecnologia. Todos, inclusive os integrantes das comunidades acadêmica e científica, devemos compreender o sentido das mudanças. O reequilíbrio dos poderes da República e o controle subsequente da hipertrofia do Executivo dependerão em larga medida da capacidade dos setores sociais, grupos políticos e correntes de opinião em geral encaminharemos suas reivindicações, apresentarem e defenderem seus projetos, e prestarem assessoria ao Congresso Nacional, local adequado para o equacionamento legal da pluralidade e da divergência, inevitáveis em uma sociedade democrática. O aprofundamento do debate, o acesso ampliado às informações, a possibilidade de influência na tomada de decisões, o fortaleci-

mento dos partidos políticos — tudo isso facilita a multiplicação de pontos de vistas dentro mesmo da comunidade científica, que não poderá permanecer imune à diversidade do meio social em que se encontra. Mesmo as questões mais diretamente pertinentes à política científica estarão sujeitas a múltiplas interpretações e a opiniões diferenciadas entre os pesquisadores, cujas eventuais divergências também devem possuir canais bem definidos de explicitação e equacionamento.

A terceira mudança diz respeito à necessidade do Poder Executivo reconhecer um *status* superior à ciência e à tecnologia brasileiras. Neste final de século, ninguém desconhece a relação entre desenvolvimento e investimentos em ciência e tecnologia. Ou entre soberania nacional e autonomia na produção destes saberes. Os últimos governos subestimaram a importância destas relações. Como resultado, o país ficou mais dependente do conhecimento produzido no exterior, e o crescimento econômico se processou de forma desigual, frequentemente predatória dos nossos recursos e nosso patrimônio. Prioridade à pesquisa nacional não se limita a novo organograma administrativo, nem quer dizer criação de nova burocracia. O novo *status* político, administrativo e orçamentário para ciência e tecnologia, a que nos referimos, pressupõe o tratamento direto e sistemático da questão pelo presidente da República, a consolidação de instituições de pesquisa dotadas de ampla autonomia, o reforço da universidade e a ênfase em investimentos na própria produção científica, e não apenas em seu planejamento e administração.

Finalmente, a quarta mudança decorre das já mencionadas. Os cientistas e tecnólogos precisam participar no processo de formulação da política do governo para suas áreas, inclusive porque já deram inúmeras provas de sua responsabilidade social, independência política, autonomia intelectual e capacidade de organização. E essa participação só será proveitosa se os critérios para a definição de projetos e políticas nas universidades, institutos civis e militares, empresas estatais e ministérios forem abertos e conhecidos, para poderem ser submetidos a parâmetros comuns de avaliação e de crítica.

Fim do segredo de Estado, participação do Poder Legislativo na formulação de políticas para o setor, tratamento da questão, pelo Executivo, a nível da própria Presidência e participação dos cientistas — eis aí um bom começo para uma Nova República, que dependerá não só da sensibilidade do novo governo, mas também da nossa própria capacidade de mobilização.

Os Editores

Nossa Caixa. O banco onde a gente ganha como cliente e lucra como cidadão.

O que um banco faz, a Nossa Caixa também faz.

Mas o que a Nossa Caixa faz, só mesmo um banco social.

Porque a Nossa Caixa é nossa. É de São Paulo. Tudo o que é depositado aqui é aplicado aqui, em obras e assistência só para o Estado de São Paulo.

Por isso o seu lucro não está nos cofres. Mas nas ruas, nas escolas, nas creches, no apoio a micro e pequenas empresas, nas habitações populares, na agricultura.

Na Nossa Caixa, o lucro está no bem-estar da nossa gente. Que vive melhor a toque de Caixa.

Como cliente, você pode ter conta em qualquer banco.

Como cidadão, você deve abrir uma conta na Caixa Econômica do Estado de São Paulo. A Nossa Caixa.

nossa
CAIXA

CAIXA
ECONÔMICA
DO ESTADO DE
SÃO PAULO SA

GOVERNO DEMOCRÁTICO DE SÃO PAULO
FRANCO MONTORO



Recebo crédito rural e iluminação. ■■■



Eu posso ter cheque especial, poupança, Credicard e asfalto. ■■■



A gente ganha duas vezes. ■■■



Pago carnês, água, luz, telefone, impostos e meus filhos têm creche. ■■■



Faço empréstimos, financiamento pra casa própria e ganho escolas. ■■■



Assim que é bom levar a vida. A toque de Caixa. ■■■



MORRE DIRAC, O PAI DA ANTIMATÉRIA

Faleceu em outubro passado, na cidade norte-americana de Talahassie (Flórida), um dos físicos teóricos mais importantes deste século, Paul Adrien Maurice Dirac. O pesquisador europeu foi um dos co-fundadores da mecânica quântica e o iniciador da teoria quântica da radiação, primeiro passo para a eletrodinâmica quântica. Seus trabalhos inauguraram um novo capítulo na física contemporânea: o das antipartículas e da antimatéria, resultante de sua teoria relativística quântica do elétron. Poucos jornais noticiaram sua morte.

Nascido em Bristol (Inglaterra), em 1902, foi na universidade de sua cidade natal que Dirac completou o curso de engenharia. Seu pai, cuja família originava-se do sul da França, também era ligado à Universidade de Bristol, onde ministrava o curso de francês.

Foi por sugestão do físico R. A. Fowler — logo após a publicação do primeiro trabalho de W. Heisenberg sobre os fundamentos da mecânica quântica — que o jovem Dirac se interessou por esta nova e promissora área da física e desenvolveu, de maneira independente e com um formalismo original, o esquema que fora proposto por Heisenberg.

Seu próximo passo foi aplicar a teoria quântica às oscilações do campo de radiação, e mostrar como esta teoria descreve o conceito de fóton formulado por Einstein. Com isso trouxe uma nova base para os conceitos de emissão espontânea e emissão induzida, também introduzidos por Einstein. De maneira independente e simultânea ao físico italiano Enrico Fermi, Dirac descreveu as leis da estatística dos elétrons, agrupadas na chamada estatística de Fermi-Dirac.

Entretanto, a mecânica quântica não permitia que se utilizassem os princípios da teoria da relatividade restrita, de Einstein, o que impossibilitava sua aplicação a elétrons de velocidades comparáveis às da luz. Além disso, a mecânica quântica não fornecia explicação adequada para o chamado efeito de Zeeman nos espectros atômicos. Estudando este problema, alguns físicos propuseram que o elétron teria uma proprie-

dade até então desconhecida: um momento angular intrínseco de $\hbar/2$ acompanhado de um momento magnético de 1 *magneton*-de-Bohr. A esta propriedade foi dado o nome de *spin* do elétron.

Em 1928, Dirac conseguiu substituir um operador da equação de E. Schrödinger — linear na energia e quadrático nos impulsos — por uma expressão linear em todas as componentes, em acordo com a teoria da relatividade, dando um novo sentido ao conceito de velocidade do elétron. Isso implicou a substituição da equação de Schrödinger por um sistema de equações diferenciais de primeira ordem, as chamadas equações de Dirac. Estas são fundamentais para o estudo do campo dos elétrons, e têm importância semelhante à das equações de Maxwell para o campo eletromagnético.

Dirac mostrou que suas equações já continham as leis de movimento do elétron para velocidades relativísticas (próximas à da luz) e, simultaneamente, a descrição completa do fenômeno do *spin*. Entretanto, foram necessários cinco anos para que se compreendessem as principais implicações de suas equações.

As equações relativísticas de movimento — tanto as de Dirac como as de Einstein — continham soluções que correspondiam a energias com valores positivos e negativos, devido à relação quadrática entre energia e impulso. No caso das equações de Einstein, as soluções de energia negativa poderiam simplesmente não ser consideradas, mas isso não era possível na teoria quântica: apareciam transições entre estados de energia de ambos os sinais incompreensíveis para os pesquisadores da época.

Dirac propôs, então, uma construção segundo a qual os estados de energia negativa seriam ocupados — o que excluía, de acordo com o princípio de Pauli, as transições indesejáveis para os estados de energia negativa, mas permitia as transições de estados negativos para positivos. Tais transições deixavam *furos* no espectro negativo que Dirac tratou de interpretar como partículas



Dirac em 1935.

de carga oposta (teoria dos furos). Esta proposta foi recebida com muita desconfiança pelos demais pesquisadores, mas Dirac continuou acreditando em sua interpretação.

Em 1933, Carl Anderson, em Pasadena (EUA), e P.M.S. Blackett e G. Occhialini, em Cambridge (Inglaterra), detectaram elétrons positivamente carregados (pósitrons), confirmando as previsões de Dirac. Poucos meses antes de serem confirmadas suas previsões, Dirac dividiu o prêmio Nobel de física deste ano com E. Schrödinger, por seus trabalhos anteriores à formulação das antipartículas e da antimatéria.

Estas formulações inauguraram um novo capítulo na física contemporânea, que se desenvolveu nas décadas seguintes (ver "O Leitor Pergunta", em *Ciência Hoje* n.º 5). A existência de antipartículas e de antimatéria implica, simultaneamente, novas propriedades para o vácuo físico: a sua polarização e a sua magnetização por campos elétricos e magnéticos. Na década de 50, trabalhos de eletrodinâmica quântica de Schwinger, Feynman e outros explicaram mais detidamente estes fenômenos.

Devemos também a Dirac considerações sobre a possível existência de monopólos magnéticos e sobre a eventual variação das constantes físicas com o tempo (ver "Estamos detectando ondas antigravitacionais?", em *Ciência Hoje* n.º 15, página 20). Tais configurações não estão experimentalmente confirmadas, mas existem indicações de que as constantes da microfísica também intervêm na gravitação e na estrutura dos astros.

Com a morte de Dirac, desaparece um dos principais iniciadores da física quântica; mas certamente seus trabalhos lhe asseguram um lugar destacado e permanente na história da física.

Guido Beck

ESCARGOTS À MODA DO RECIFE

Os maiores consumidores mundiais de *escargot* são a África e a Europa ocidentais. O Oriente exporta sua carne congelada. Consumido em restaurantes de luxo, o alto preço desse molusco está muito mais ligado à sua escassez do que aos gastos com sua produção. Além disso, tem-se notícia da criação de caracóis desde a época romana. A Europa estuda há algum tempo a produção desses animais em cativeiro, e já existe uma extensa bibliografia sobre o assunto.

No Brasil, ainda é recente a helicicultura (cultivo de *escargots*) com fins comerciais. Contudo, as primeiras informações do sul do país são bastante promissoras e justificam plenamente o cultivo deste molusco da classe *Gastropoda*, família *Helicidae*, originário da Europa.

Até há pouco, apenas imigrantes franceses e italianos, apreciadores do prato, criavam caracóis no Brasil. Mas acredita-se que o Nordeste também poderá produzi-los em larga escala, apesar das dificuldades climáticas para a adaptação dos cultivos à região. O Departamento

de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPe) desenvolve, ainda em fase experimental, a produção em cativeiro da espécie *Helix aspersa* Muller, 1774 (tipo *petit-gris*).

Esta espécie foi escolhida devido à sua maior capacidade adaptativa, suportando verões mais quentes e solos menos calcáreos, e à maior facilidade de obtenção. Como todos os moluscos pulmonados, estes caracóis são hermafroditas, com fertilização mútua entre os parceiros durante o acasalamento. Tal fato implica reprodução dobrada do *escargot* em relação aos animais de sexos separados, já que os dois parceiros irão efetuar posturas.

A partir da obtenção de 19 matrizes em março de 1984 e de mais sete em junho, foram conseguidos 1.189 exemplares, dos quais sobreviveram 748. A mortalidade é explicada pela utilização inicial de técnicas de manejo não totalmente adaptadas ao cultivo, pela densidade excessiva nos terrários e pela afluência de parasitas e predadores. Maiores perdas ocorreram entre os espécimes de até dois meses de idade, e começaram em outubro de 1984: com o início da elevação da temperatura, parasitas e predadores entraram nos terrários. Buscam-se agora novas técnicas de cultivo capazes de eliminar estes "intrusos". Já entre as matrizes a mortalidade

deveu-se tanto ao ataque de parasitas como ao fato de existirem alguns exemplares velhos. Entretanto, espécimes adultos e subadultos obtidos nos cultivos da UFPe tiveram um índice de mortalidade bastante baixo: 23 exemplares de um total de 355.

Nesta primeira etapa de trabalho, planejada para um mínimo de dois anos, os pesquisadores observam o comportamento dos exemplares em cativeiro; a sua reprodução (número de ovos por postura, viabilidade de ovos etc.); a sobrevivência de jovens e adultos; a preferência por vegetais, legumes e ervas nativas; o comportamento e as formas de controlar parasitas e predadores; selecionam rações compostas de farináceos (milho, trigo) e carbamato de cálcio, em proporções satisfatórias; selecionam matrizes; e buscam adaptar as técnicas já existentes para melhorar o cultivo do molusco no Nordeste.

Demonstrada a viabilidade econômica da cultura na região, após a conclusão destes estudos, espera-se possibilitar a abertura do mercado local para o produto. A carne de caracol é de grande teor protéico e pouca gordura, e seu custo de produção é bastante baixo. Assim, sua utilização teria grande importância para a população rural, principalmente do Nordeste.

Ana Virgínia Calógeras Dutra

MOLUSCOS: BOM APETITE ALTERNATIVO

O valor protéico da carne de moluscos é semelhante ao da carne bovina e de peixe. Quando ingeridos, estes animais são excelentes fontes de elementos biogênicos, principalmente ferro, e exibem com frequência baixo valor calórico, maior teor de cálcio e melhor equilíbrio da relação cálcio-fósforo. Fornecem também as vitaminas A, B, C e D, e proteínas de fácil digestão e assimilação pelo organismo humano. Sua gordura é rica em ácidos graxos não saturados e glicogênio.

No Brasil, os moluscos ainda são consumidos em quantidades relativamente



Estuário — um ambiente natural dos moluscos

TOME CIÊNCIA



Mexilhões (sururu) capturados em bancos



Lula

pequenas, sendo que os bivalves (duas conchas) marinhos são os mais apreciados, enquanto os moluscos terrestres e de água-doce são consumidos por pequenos grupos populacionais das regiões próximas às suas áreas de maior ocorrência. Cultivos para a produção desses animais em maior escala poderão torná-los uma importante alternativa alimentar.

O filo *Mollusca* é um dos grupos de invertebrados mais numerosos do globo, com mais de 65 mil espécies descritas até agora. 70% destes animais têm seu corpo mole protegido contra a ação de predadores por uma (ou mais) concha de calcita, formada por secreções de um epitélio especial — o manto ou pálio — que é também sensorial e formador de sifões (estruturas que auxiliam na alimentação e na oxigenação do animal). Encontramos, no Brasil, moluscos comestíveis das classes *Gastropoda*, *Bivalvia* e *Cephalopoda*.

Entre os *Gastropoda* terrestres, existem alguns cultivos da espécie *Helix aspersa* (escargot), principalmente no sul do país, e espécies do gênero *Megalobulimus* (caramujo-do-mato), muito encontradas na zona da mata e no sertão pernambucanos. De água-doce, são conhecidas as espécies do gênero *Pomacea* (aruá), sendo freqüente em Pernambuco a *Pomacea lineata*. Dentre os *Gastropoda* marinhos comestíveis, vale citar: os caramujos *Astraea olfersi*, *Tegula viridula* e *Pugilina morio*; o búzio *Fasciolaria aurantiaca*; o *Cassis tuberosa* (búzio-totó); e as grandes espécies do gênero *Strombus*, chamadas búzio e encontradas em águas

rasas — como *Strombus goliath*, *Strombus pugilis* e *Strombus gallus*.

A classe dos *Bivalvia* é a que apresenta o maior número de espécies comercializadas, principalmente os representantes marinhos e estuarinos: *Mytilus falcata* (sururu), *Crassostrea rhizophorae* (ostra), *Anomalocardia brasiliana* (marisco-pedra, berbigão, papafumo) e *Tagelus plebeius* (unha-de-velho). Dentre os *Bivalvia* comestíveis de água doce, destaca-se o mariscão (*Anodontites trapezialis*), molusco grande e comum no Nordeste, ocorrendo em abundância na bacia do rio São Francisco. Da classe dos *Cephalopoda*, sobressaem o polvo *Octopus vulgaris* e a lula *Loligo brasiliensis*.

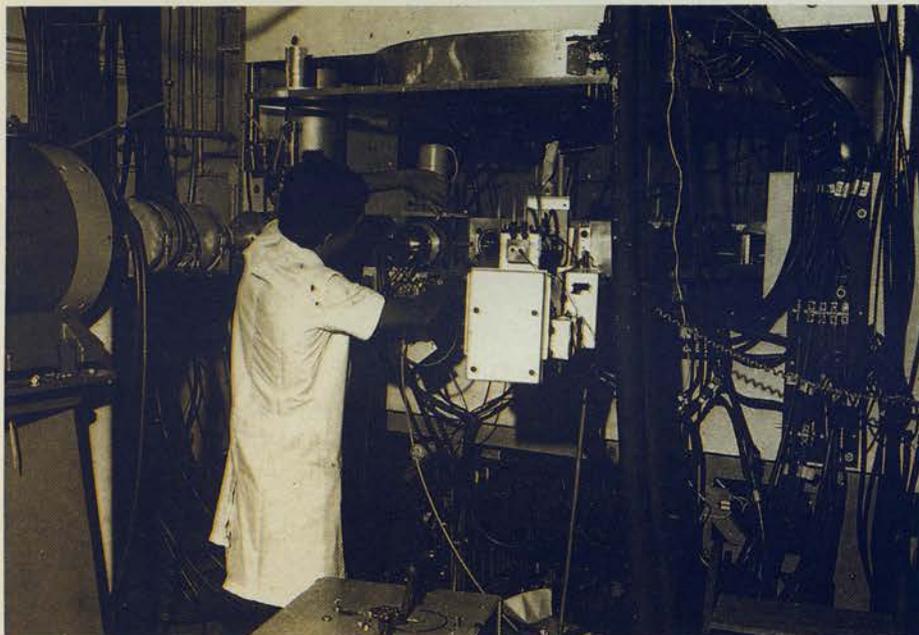
Os moluscos marinhos da costa brasileira são encontrados em bancos naturais, em diversas áreas estuarinas. O sururu, por exemplo, é abundantemente encontrado em Maceió (AL) e no Maranhão. Já em Pernambuco alguns estuários que favorecem a sobrevivência de moluscos comestíveis estão comprometidos pela pesca predatória, pelas obras de aterro e pela poluição. É necessário que se procurem formas de preservar os estoques naturais desses animais, promover a sua maior utilização como alimento e incentivar os cultivos de moluscos em larga escala.

Deusinete de Oliveira Tenório
Rosa de Lima Silva Mello



Ostras em habitat natural

RADIOISÓTOPOS PARA MEDICINA



Ciclotron de energia variável utilizado na produção de radioisótopos.

Isótopos são tipos de átomos que têm o mesmo número atômico, quer dizer, a mesma carga, mas diferem quanto à massa nuclear. Quando radioativos, são chamados de radioisótopos. De uma maneira geral, em termos de sua fabricação, eles podem ser classificados em dois grupos: os ricos de nêutrons — produzidos geralmente por reatores nucleares — e os pobres de nêutrons. Estes últimos são, em geral, produzidos por aceleradores de partículas do tipo ciclotrons.

Consagrado como delineador de órgãos e traçador de suas funções no organismo, o uso de radioisótopos é altamente necessário nos hospitais. No Brasil, os radioisótopos têm sua procura reprimida pelas dificuldades de importação e pelos altos preços. Mesmo assim, é grande a sua utilização, com algumas instituições de pesquisa produzindo-os. O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDNT), da Nuclebrás, produzem radioisótopos com reatores nucleares (ricos em nêutrons). O IPEN, em São Paulo, trabalha com um reator tipo "piscina" de cinco mega-watts, enquanto o CDNT, em Minas Gerais, utili-

za um reator Triga com cerca de 200 quilo-watts.

Outra instituição que fabrica, agora em escala experimental, radioisótopos para fins médicos, é o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), órgão da CNEN. Localizado no *campus* da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o IEN utiliza um ciclotron de energia variável, instalado no seu Departamento de Física desde 1974, produzindo radioisótopos pobres de nêutrons, geralmente mais adequados para diagnósticos.

Um radioisótopo de um elemento tem todas as propriedades químicas desse elemento, podendo, no entanto, ser detectado através de métodos não agressivos e em quantidades ínfimas (milionésimos de microgramas), devido ao seu decaimento, que é um processo que ocorre sempre com emissão de radiação, e que consiste na emissão de partículas ou fótons pelo núcleo atômico. Como os radioisótopos tendem a se concentrar em certos órgãos ou tecidos doentes, pode-se detectar tumores muito antes que eles apareçam em uma radiografia, permitindo tratar o paciente ainda nos estágios iniciais da doença.

Os radioisótopos são muito valiosos porque são seletivos. Os isótopos de io-

do, por exemplo, se fixam na glândula tireóide, enquanto os de gálio se localizam em tumores de tecidos moles e os de índio nos ossos, e assim por diante. Além disso, os radioisótopos podem ser incorporados às moléculas, como qualquer outro átomo, deixando-as "marcadas", mas conservando o comportamento químico de uma molécula não radioativa. O iodo, por exemplo, quando incorporado à molécula de iodo-hipurano, vai se localizar no fígado do paciente, e propicia vários tipos de exames com um mesmo radioisótopo.

Quando usados para diagnóstico médico, os radioisótopos devem fornecer o máximo de informações sobre a doença com um mínimo de dose de radiação para o paciente. Os mais adequados para esse fim são os radioisótopos que não emitam radiação corpuscular. Como, por exemplo, aqueles radioisótopos que decaem devido a seu núcleo atômico capturar um elétron da coroa eletrônica. Para que os radioisótopos sejam adequados para diagnósticos, é necessário também que eles sejam emissores de radiação gama de baixa energia e tenham meia-vida (perda de radioatividade) rápida, desde que compatível com o processo a ser diagnosticado.

A produção de radioisótopos no IEN é feita a partir de uma reação nuclear que transforma um núcleo (chamado núcleo-alvo) em núcleo radioativo. O ciclotron faz com que um feixe de partículas carregadas eletricamente e aceleradas a energias de dezenas de milhões de elétron-volts, incida sobre o núcleo-alvo.

Neste processo, são produzidos outros radioisótopos além daquele desejado, o que torna necessária a sua separação. Além disso, deverá ser purificado, não podendo conter outras espécies químicas que sejam tóxicas ao paciente. Deve também: conter o mínimo possível de isótopos estáveis de sua espécie química; estar, tanto quanto possível, em uma única forma química, e em alta concentração. Como poderá ser injetado na corrente sanguínea do paciente, o preparado deverá ser também estéril e apirogênico (não produzir febre).

Uma série de estudos básicos para coleta dos dados que vão definir a exequibilidade do projeto são necessários

Uma das mais bonitas histórias deste país está guardada na memória de um computador brasileiro.

Política nacional de informática, reserva de mercado para micro e minicomputadores, desenvolver tecnologia própria ou comprar pronta. Com certeza, você tem ouvido muito estes temas nos últimos dias.

Nós temos uma história para contar que pode acrescentar alguma coisa a esta discussão. É a história de um grupo de pessoas que há 10 anos está fazendo computadores no Brasil.

No começo, eles nem se conheciam. Uns vinham de universidades, outros de empresas de processamento de dados, outros ainda de cursos de pós-graduação no exterior. Quando se juntaram, não foram só as experiências individuais que eles trouxeram para somar. O que mais unia o grupo era o sonho de ver seu país dominar uma tecnologia sem a qual, num futuro muito próximo, nenhum país do mundo pode ser independente de verdade.

Sonhadores sim, mas sem tirar os pés do chão, nossos pioneiros da indústria de informática começaram estudando as tecnologias estrangeiras então existentes, para definir com muita clareza qual deveria ser o caminho brasileiro.

Dissecando o que os outros faziam lá fora, adaptando tecnologia estrangeira para uso imediato no Brasil, eles começaram a dar os primeiros passos para a fabricação de um computador totalmente planejado, desenvolvido e construído no Brasil.

Em 1980, o sonho tornou-se realidade. Ao computador lançado na ocasião, conhecido no mercado como Cobra 530, vieram juntar-se outros dois: o Cobra 520 e o Cobra 540, este o mais potente computador feito com tecnologia 100% nacional.

O grupo foi crescendo, absorvendo novos talentos, lançando novos produtos e conquistando a confiança do mercado. O pequeno escritório no bairro de Botafogo, Rio de Janeiro, onde foram feitas as primeiras reuniões, transformou-se numa imensa fábrica em Jacarepaguá, além de filiais e centros de assistência técnica espalhados por todo o país.

Hoje, quando se discute o futuro da indústria de informática, a história dessas pessoas serve para lembrar que esta indústria já tem passado. Os mais de 10.000 computadores e terminais que elas fizeram e que estão presentes hoje em mais centenas de empresas, competindo em nível de igualdade com os similares estrangeiros, são a prova mais eloqüente de que a indústria brasileira de informática há muito deixou de ser uma experiência, para se transformar numa realidade mais forte do que qualquer discurso.

A história das pessoas que estão fazendo computadores no Brasil não acaba aqui. Ela continua sendo escrita todo dia, na fábrica da Cobra - Computadores e Sistemas Brasileiros, por aquele grupo de pioneiros, que hoje já soma mais de 2300 técnicos e operários. Ela está gravada na memória de cada computador Cobra que eles continuam produzindo diariamente.



A Petrobrás inaugurou a primeira Estação de Abastecimento de Ônibus, especialmente projetada para implementar o Plano Nacional de Utilização de Gás Natural como combustível automotivo.

Construída com recursos da FINEP, em convênio com a EBTU e a CTC, a Estação é operada pela Petrobrás

Distribuidora e utiliza o gás natural para abastecer experimentalmente 16 ônibus de 8 linhas diferentes no Rio de Janeiro.

Nós estamos chamando este combustível carinhosamente de *gaspetro*. Mas ele pode ser chamado também de futuro.

Porque é o começo de mais uma revolução

na busca constante de novas fontes de energia e substituição de importações.

A Petrobrás, que foi pioneira no álcool hidratado, no lubrificante para motores a álcool e na bomba eletrônica nos postos, já iniciou

GAS PETRO

O FUTURO JÁ COMEÇOU

a era do gás natural
como combustível.

Hoje, são 16 ônibus
no Rio de Janeiro.

Amanhã será o Brasil
todo.

Movido a *gaspetro*.
Da Petrobrás.

Com P, de pioneirismo.



PETROBRÁS

Ministério das Minas
e Energia
Governo João Figueiredo

PRO.

OU A RODAR.

para iniciar a produção de um certo radioisótopo. Estes estudos conduzem à escolha da reação nuclear mais adequada dentre as partículas, energias e correntes disponíveis, levando em conta, além do rendimento da produção do radioisótopo desejado, a contaminação com outros radioisótopos indesejáveis e, ainda, o elemento, a composição isotópica e a forma química do alvo.

Os problemas tecnológicos não são menos importantes. A irradiação demanda o desenvolvimento de alvos e colimadores que resistam às altas potências inerentes ao processo. Os colimadores são dispositivos do ciclotron que confinam a trajetória das partículas dum feixe em um ângulo muito pequeno. Além disso, a partir da irradiação, o alvo se torna tão radioativo que necessita ser manuseado à distância, por meio de mecanismos com controle remoto e em ambientes confinados e blindados. Uma vez que a engenharia nacional não dispõe de capacitação tecnológica específica nesse ramo, os técnicos do IEN tiveram que desenvolver sistemas de transporte de alvos irradiados, de desmonte de porta-alvos e células de processamento, todos manipulados por controle remoto.

O IEN envia em caráter experimental, desde 1982, radioisótopos de gálio-67 e índio-111 para os hospitais da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Segundo os pesquisadores dessas instituições, os resultados têm sido satisfatórios. Recentemente, foi iniciado o envio de bromo-77 e iodo-123 para esses mesmos hospitais. Já foram desenvolvidos também métodos de "marcação" de moléculas de azul de bromofenol utilizando o bromo-77 e do iodo-hipurano com iodo-123. O controle de qualidade é feito no próprio IEN, mas já foi enviada uma amostra de gálio-67 para análise no Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS), da Fundação Oswaldo Cruz, com resultados satisfatórios.

Os pesquisadores do IEN esperam, para um futuro próximo, consolidar processos rotineiros de produção que permitam o fornecimento desses radioisótopos à comunidade médica em maior escala, e de forma rotineira.

Arthur Gerbasi da Silva

HORTALIÇAS MAIS RESISTENTES

Tudo se resume ao uso da variedade de semente certa na hora do plantio. Toda a tecnologia de proteção e controle é fornecida aos produtores sem ônus adicionais e sem precisar de outras instruções. Estas são algumas das razões pelas quais se dá cada vez mais importância à produção de hortaliças resistentes às pragas. Além disso, elas diminuem significativamente a necessidade de agrotóxicos.

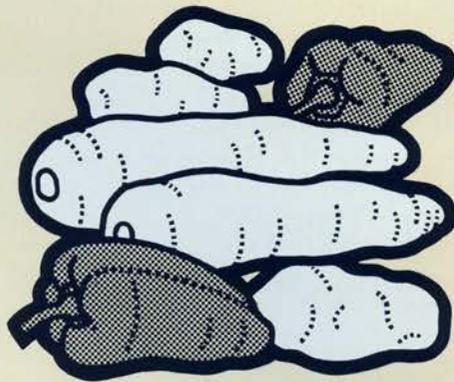
Hoje o horticultor brasileiro dispõe de inúmeras variedades de hortaliças resistentes a doenças. Por exemplo, a variedade de batata denominada Aracy, desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), apresenta alta resistência à "pinta preta" (causada pelo fungo *Alternaria solani*), dispensando 80% das pulverizações requeridas pelas outras variedades.

Outro exemplo: a variedade Brasília de cenoura lançada recentemente pelo Centro Nacional de Pesquisa de Hortali-

ças (ligado à Embrapa), que possui resistência à chamada "queima das folhas" e permite a sustentação da oferta durante o verão, época de difícil controle químico da doença devido às constantes chuvas. Um produto plantado e colhido durante o verão em níveis comerciais, sem a utilização de qualquer fungicida.

Entretanto, o processo de criação de variedades resistentes não é estático. A própria evolução do agente causador da doença torna necessária a busca constante de novas fontes de resistência às novas raças do patógeno que surjam no meio ambiente. Por se tratar de um processo dinâmico, novas pesquisas sempre estão em andamento, como por exemplo o desenvolvimento de resistência para os seguintes agentes:

a) — murcha bacteriana da batata, causada por *Pseudomonas solanacearum*, doença responsável por grande evasão



desenho José Augusto Fialho

de divisas do país na importação de batatas-plantas livres da bactéria; b) — requeima do pimentão, que ocorre durante o período chuvoso, e tem sido responsável pela migração da cultura de São Paulo para o sul da Bahia e outras regiões; e c) — mosaico do melão, doença responsável pela redução de 1400 hectares na área plantada na região de Petrolina e Juazeiro, no Nordeste, diminuindo significativamente a oferta de emprego naquela região.

Francisco J.B. Reifschneider
Cláudio Bittencourt
Antonio C. Ávila



desenho José Augusto Fialho

FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FEIJÃO

de gás de petróleo, e o sucesso obtido nos trabalhos de fixação biológica de nitrogênio pela cultura da soja no Brasil chamaram a atenção dos microbiologistas para essa linha de pesquisa.

Sabia-se que as plantas da família *Leguminosae* (a que pertence o feijão) têm a importante característica de formar associações com bactérias radiculares do gênero *Rhizobium*. Essa associação resulta na formação de nódulos nas raízes onde ocorre a fixação do nitrogênio do ar (N_2). Trata-se de uma simbiose: a planta fornece carboidratos e produtos da fotossíntese à bactéria e esta, em contrapartida, transforma o nitrogênio do ar em formas assimiláveis pela planta. Este processo de reciclagem do nitrogênio é responsável pela manutenção das plantas na Terra até hoje, mas dizia-se que o feijão, em contraste com as demais leguminosas, não tinha capacidade de formar nódulos suficientes em suas raízes.

Técnicos do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, da Embrapa, resolveram estudar o assunto. Como ponto de partida, foram levantados diversos fatores que poderiam reduzir a capacidade de fixação de nitrogênio pelo feijão.

Dentre as linhas de pesquisa propostas, foi iniciada a identificação e seleção de variedades de feijão com maior capacidade de formar nódulos. Mostrou-se definitivamente que todas as variedades de feijão estudadas são capazes de formá-los, algumas com altíssimo potencial de fixação de nitrogênio e produção de grãos. Mas como muitas dessas variedades não reuniam todas as características agrônomicas desejadas, iniciou-se um programa de cruzamentos com variedades comerciais. Características de aceitação comercial e capacidade de alcançar altas produções, sem necessidade de adubos nitrogenados, eram os objetivos desejados.

VACINA CONTRA O FOOTROT

O feijão forma nódulos com uma única espécie de bactéria, a *Rhizobium phaseoli*, dotada de características bastante semelhantes às das espécies de ocorrência natural em solos de clima temperado. Por isso, essa bactéria é pouco abundante em solos brasileiros.

Para um bom desempenho da associação fixadora do nitrogênio, é quase sempre necessário inocular as sementes com linhagens de bactérias eficientes e adaptadas às nossas condições. O levantamento e isolamento das linhagens de *Rhizobium phaseoli* de ocorrência natural em nossos solos proporcionou a descoberta de um vasto e excelente material para a produção de inoculantes. Os testes preliminares mostraram que muitas das linhagens aqui isoladas são mais eficientes do que as "importadas" usadas atualmente. Após testes de adaptação às condições de campo, a pesquisa poderá fornecer à indústria de inoculantes um material de qualidade superior.

É parte fundamental da pesquisa estudar técnicas alternativas de manejo da cultura do feijão a fim de minimizar as influências ambientais negativas, pois o processo de fixação de nitrogênio é bastante sensível a fatores como a seca, as altas temperaturas, os problemas de baixa fertilidade dos solos etc.

Já foi observado que a consorciação do feijão com o milho, praticada pela maioria dos produtores de feijão de várias regiões do país, promove melhores condições à nodulação, fornecendo mais nitrogênio para o feijão. Além disso, o uso de matéria orgânica, a irrigação e outras práticas culturais também promovem a nodulação do feijão. No que se refere a essas práticas, tem papel de destaque a aplicação de outros nutrientes — principalmente fósforo, o elemento de maior deficiência nos solos brasileiros, e molibdênio, necessário ao próprio processo de fixação de nitrogênio.

Isoladamente, a fixação do nitrogênio não resolverá os problemas nacionais de produção de feijão. Entretanto, aplicando-se os demais nutrientes, a inoculação de sementes proporcionará colheitas de até 1.000 a 1.200 quilos de grãos por hectare, sem adubação nitrogenada. O que representa o dobro da média brasileira de produtividade, ou seja: economia e lucro para o produtor.

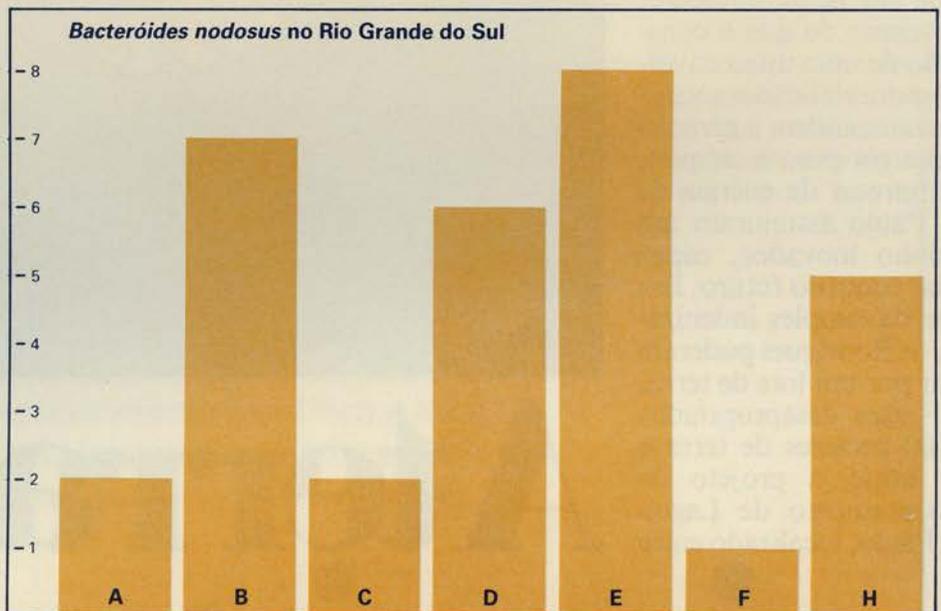
Ricardo Silva Araújo

Estão sendo preparados os primeiros testes de campo com uma vacina polivalente contendo os sete serogrupos de *Bacteróides nodosus* responsáveis pela doença Footrot (FR), que vem provocando grandes perdas anuais no rebanho ovino de 42 municípios do Rio Grande do Sul. Trata-se de uma doença crônica necrosante do tecido interdigital e do casco dos animais que, na sua forma virulenta, causa manqueira, perda de peso e, conseqüentemente, quebra na produção de lã. Animais entre dois e quatro anos são os mais atacados, principalmente os ovinos da raça Merino Australiano.

A imunidade contra o FR é serogrupo-específica, o que implica a pesquisa e

produção de vacinas que contenham todos os serogrupos de *B. nodosus* prevalentes na região a ser coberta. O primeiro produto brasileiro deste tipo resulta de um trabalho iniciado em 1982 pela equipe de patologia ovina do Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor (IPVDF), do Rio Grande do Sul, liderada pelo veterinário Luiz Alberto Oliveira Ribeiro que, nos três anos anteriores, participou das pesquisas pioneiras coordenadas pelo professor John Egerton na Universidade de Sidney (Austrália), que resultaram na produção de uma vacina octovalente aprovada nos testes de campo a que foi submetida nesse país.

Luiz Alberto Oliveira Ribeiro



O histograma mostra a distribuição dos sete serogrupos de *Bacteróides nodosus* (representados pelas letras) em 11 municípios gaúchos. Como se vê, registrou-se a presença de mais de um serogrupo por município, embora nenhum deles tenha sido encontrado em toda a área estudada.



Casco de ovino normal.



Casco de ovino com Footrot.

A família Rodrigues sempre retirou seu sustento da terra. Seo José Rodrigues é posseiro de quatro hectares, sempre viveu da natureza.

Foi quando a notícia, um pouco natural, chegou: a terra dos Rodrigues estava na área a ser inundada pelo reservatório da futura usina de Porto Primavera. Os sonhos dos Rodrigues foram por água abaixo e a família já se preparava para viver a odisséia de milhares de agricultores brasileiros, que, sem terra, são obrigados a migrar para a cidade grande e engordar as estatísticas sobre o desemprego.

Foi nesse momento que a Energia de São Paulo, coerente com as prioridades do Governo Montoro, optou por escrever a história de um Brasil diferente. Consciente de que a construção de uma usina envolve responsabilidades sociais que transcendem a geração de energia pura e simples, as empresas de energia de São Paulo assumiram um caminho inovador, capaz de dar conta do futuro. Em lugar da simples indenização, os Rodrigues puderam optar por um lote de terra.

Foram desapropriados 10.000 hectares de terra e teve início o projeto de assentamento de Lagoa São Paulo, localizado entre



A terra deles vai ser inundada

os municípios de Pres. Epitácio e Caiuá.

Objetivo inicial: reassentar 502 famílias que perderiam suas terras. Situação atual do projeto: 402 famílias instaladas, Cooperativa Agrícola implantada, cinco escolas UEACs implantadas em definitivo, casas de professores definitivas e 3 provisórias, 400 m² de área de lazer implantados, 1 posto sani-

tário implantado com casa de atendente, um acampamento de apoio, 140 km de rede viária e 19 quilômetros de arruamento das agrovilas.

Instalada em seu novo lote, de 13 hectares, a família Rodrigues recebeu seu bem mais precioso: seu título de posse. E, em conjunto com as outras 401 famílias assentadas em Lagoa São Paulo, começou a trabalhar a terra. Foram gerados

3.000 empregos diretos e 3.300 indiretos. Plantaram mamona, arroz, feijão, soja, milho, algodão, amendoim. Em apenas dois anos, mostraram do que são capazes quando têm terra e apoio para produzir.

A safra de 83 foi de 5.600 toneladas de grãos e oleaginosas com uma receita de dois e meio bilhões de cruzeiros.

Lagoa São Paulo se

transformou num modelo de desenvolvimento agrícola em condições brasileiras e executado por brasileiros.

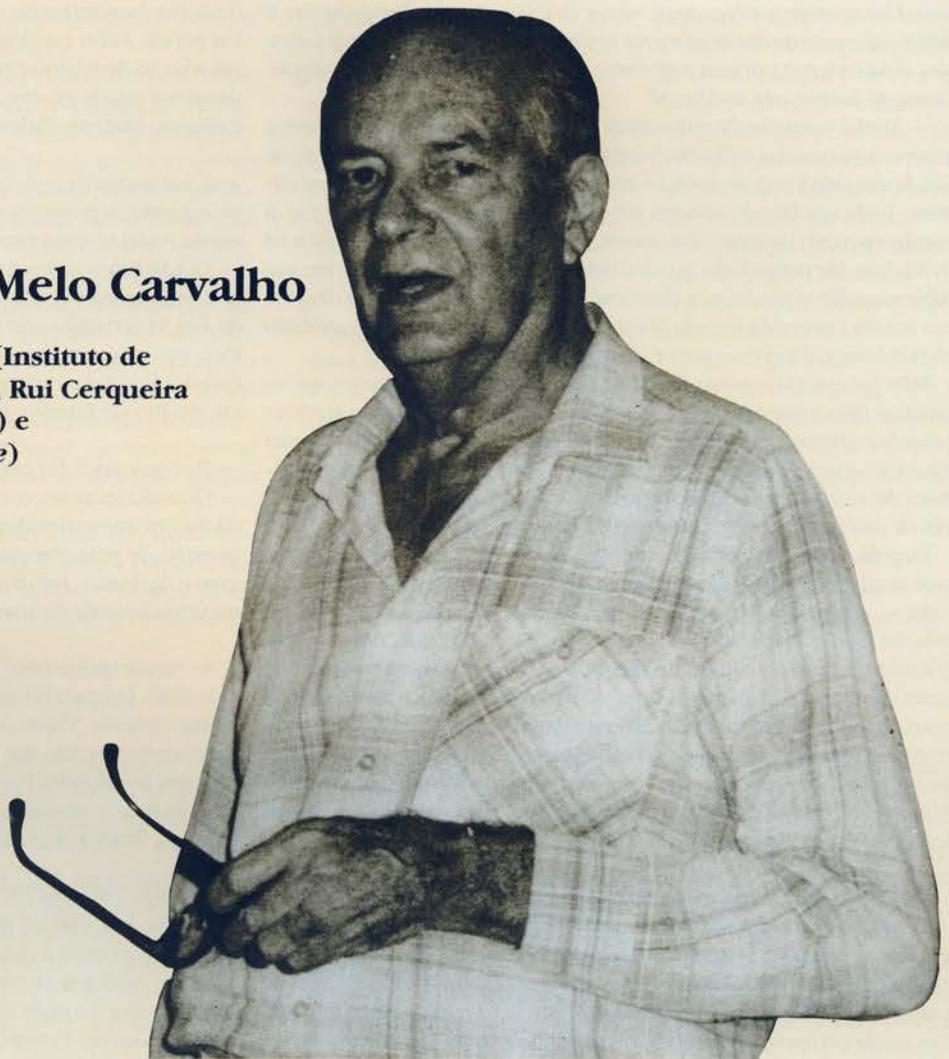
Daqui a algum tempo a terra deles vai ser inundada. Ainda bem que eles não moram mais lá.



Governo Montoro

José Cândido de Melo Carvalho

Entrevista a Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas da UFMG), Rui Cerqueira (Instituto de Biologia da UFRJ) e César Benjamin (*Ciência Hoje*)



A NATUREZA COMO ESCOLA

"Ninguém se forma zoólogo nos livros". Foi esta uma das primeiras frases que ouvimos do professor José Cândido, ele próprio formador de várias gerações de zoólogos brasileiros ao longo de seus quase 50 anos de atividade ininterrupta. Ainda menino, metia-se pelas matas virgens de seu município natal, onde aprendeu o primeiro — e básico — requisito de sua futura profissão: gostar de bicho. Depois, driblou o destino que lhe fora traçado pelo pai — a batina — viveu vida de fazendeiro, saiu para o mundo em plena crise dos anos 30 e terminou veterinário, formado em Viçosa. Ou melhor: começou veterinário. "Uma rixa com um professor americano" acabou provocando uma paixão pela entomologia e, daí para a frente, sua extraordinária capacidade de trabalho fez o resto.

A conversa mostrou as várias facetas deste mineiro, de porte atlético no alto dos seus 70 anos bem-vividos. Mostrou o zoólogo viajante, desbravador de terras brasileiras ainda virgens há poucas décadas atrás; o administrador moderno — coisa rara no serviço público — cuja passagem pela direção do Museu Nacional deixou por lá uma expressão consagrada ("No tempo do Zé..."); o pioneiro do movimento pela preservação do meio ambiente, quando o assunto ainda interessava a muito poucos.

A biografia de José Cândido é impressionante. São 26 expedições de trabalho ao interior do Brasil, realizadas a pé, de canoa, de jipe; 27 viagens de estudo ao exterior; dezenas de congressos; 436 publicações e trabalhos, inclusive um imenso catálogo de insetos que parece coisa de cientista alemão; 19 prêmios e títulos, o que não parece muito para um homem que foi pioneiro na descrição de 1.319 espécies e 267 gêneros de animais, tornando-se a maior autoridade mundial em um importante grupo de insetos. Ocupou ainda diversas posições na hierarquia do CNPq, inclusive a vice-presidência; foi vice-presidente da Academia Brasileira de Ciências; foi presidente do Conselho Permanente para os Congressos Internacionais de Entomologia.

Entre as homenagens, duas parecem ter, para ele, um destaque especial: a medalha de ouro do Fundo Mundial da Vida Silvestre e a eleição, em 1979, para membro honorário da Zoological Society of London.

Nem as homenagens, nem a aposentadoria compulsória dentro em breve, afastaram José Cândido da sua velha paixão pelo trabalho. Foi debruçado sobre o microscópio do seu gabinete no Museu Nacional que o encontramos para algumas horas de conversa.

PERFIL

— *Um grande zoólogo tem, antes de tudo, que gostar de bicho, e isso se aprende quase sempre na infância. Nossa curiosidade sobre sua vida começa por sua trajetória até o encontro com a zoologia. Como se forma um zoólogo?*

— Minha vocação de naturalista surgiu do intenso contato com a natureza em minha infância, passada em Barro Preto (hoje Conceição Aparecida), um município mineiro então coberto de matas virgens. Todos os fins de semana um carreiro da fazenda de meu pai ia comigo pescar, tirar mel nos matos, ouvir os pássaros, buscar rastros de bichos. De outro lado, parece mentira, mas meu pai tinha em sua biblioteca de fazendeiro a *História Natural* de Buffon, que despertou minha curiosidade pelo assunto. Mas ninguém se forma zoólogo só nos livros, é preciso partir da própria natureza.

Meu pai queria mesmo é que eu fosse padre, e me colocou no Seminário Diocesano de Guaxupé (MG), onde passei três anos até ficar evidente a incompatibilidade do meu gênio com esse destino. Cursei então o Ginásio Champagnat, em Franca (SP), até que a crise econômica de 1929 fez meus pais tentarem apressar minha formação através de um curso de técnico agrícola, de dois anos, em Viçosa (MG).

Depois, tive uma vida de fazendeiro até 1935, quando as coisas pioraram. Minha família era muito grande — eram 26 tios, 13 de cada lado — o que levou à idéia de que alguns deveriam sair, tentar o mundo. Eu fui um deles. Fraco em ciências exatas, não tinha condições de tentar o vestibular de agronomia. Terminei optando pelo de veterinária, mais de acordo com o meu sentimento e minha velha vontade de estudar zoologia. Foi assim que voltei para Viçosa, onde tive uma boa formação em parasitologia com o professor Rui Gomes de Moraes e em zoologia, que aprendi com João Moojen de Oliveira. Além deles, recebi também grande influência de um botânico, o professor José Geraldo Kuhlman.

— *Como era o clima da época em Viçosa?*

— Apesar de estar situada no interior, a escola de Viçosa já tinha então o verdadeiro sentido de uma universidade moderna, contando com professores brasileiros e estrangeiros de alto nível, que iam ao campo. A escola foi fundada em 1927, no governo de Artur Bernardes e sob a direção do professor Peter Henry Rolfs, norte-americano, que trouxe do seu país um modelo de ensino de tempo integral, que estimulava um contato muito estreito entre professores e alunos. Como resultado, a escola desenvolveu um espírito de pesquisa experimental que contrariava o estilo francês, mais acadêmico, das ins-

tituições brasileiras de ensino, muito voltadas para os conhecimentos gerais. Acho que Viçosa foi absolutamente pioneira no Brasil na associação de ensino e pesquisa, integrando o movimento de criação da universidade moderna entre nós, que gerou também as universidades do Distrito Federal (1933) e de São Paulo (1934).

— *É interessante a flexibilidade intelectual que deveria haver por lá, a ponto de permitir que alguém entrasse numa escola de veterinária e saísse um grande zoólogo.*

— Lá não havia o espírito sectário que, por exemplo, mantinha pelo país uma grande rivalidade entre veterinários e agrônomos, a ponto de um veterinário não poder lecionar numa escola de agronomia. Para vocês terem uma idéia, depois de concluir meu doutorado nos Estados Unidos eu não pude fazer concurso para a Universidade Rural, no Rio de Janeiro, porque não tinha o título de agrônomo.

— *Por que você foi para os Estados Unidos?*

— Quando terminei o curso em Viçosa, o dr. John B. Griffing, diretor da escola, me estimulou a estudar nos EUA, embora sempre fizesse questão de ressaltar que não se devia dar importância excessiva a grau e diplomas. Influenciado por ele, fiz meu mestrado e doutorado na Universidade de Iowa.

— *Nessa época você já pensava em ser entomólogo?*

— Não. Fui para lá fazer zoologia, e entrei na entomologia por uma causa curiosa. Tudo começou com uma rixa com um professor americano que não me achava capaz de identificar um pequeno bicho, um hemíptero. Foi comprando essa briga e estudando coleções de parasitas e mirídeos que eu acabei me apaixonando pela entomologia. Nunca mais deixei os hemípteros.

— *Você é conhecido como o maior especialista do mundo em mirídeos, um tipo de bicho que ninguém conhece. O que são, afinal, esses insetos a que você dedica tanta atenção?*

— Os mirídeos são os menores hemípteros, medem de dois a 12 milímetros e formam um grupo que representa praticamente a metade dos insetos hemípteros conhecidos, com oito a dez mil espécies no mundo inteiro, das quais eu descrevi 1219. São pequenos percevejos de plantas que se encontram por todos os lados, transmitindo doenças ao tomate, abacate, café, tabaco e outras plantas cultivadas.

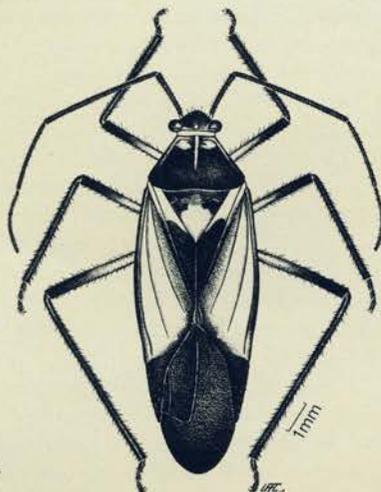
— *Então você descreveu mais de 10% dos mirídeos conhecidos em todo o mundo?*

— No caso da América Latina, acho que descrevi mais de 90%.

— *Sua bibliografia é muito impressionante e inclui um catálogo de mirídeos do mundo em cinco volumes, com 1110 páginas. Parece coisa de cientista alemão. Mineiro também faz isso? Como é que você conseguiu escrever essa obra?*

— Ela começou a nascer num congresso internacional de entomologia realizado em Amsterdã, quando obtive uma bolsa para visitar museus e bibliotecas de vários países do mundo. Primeiro fui ao Museu Britânico, onde estudei tudo o que podia sobre a fauna europeia. Depois, fui para Washington, onde tive todo o apoio, pois os americanos estavam muito interessados no catálogo. Estudei ali a fauna americana e asiática, contando inclusive com tradutores chineses, japoneses e de outras línguas orientais, que muito me ajudaram. Viajei ainda aos museus de Paris, Estocolmo, Amsterdã, Helsinqui, Copenhague, Bruxelas, todos os museus americanos, inclusive o do Havá. Estive no Japão e na Índia, enfim, pude ir a praticamente todos os museus do mundo que possuíam coleções entomológicas. Passei dois anos, 1953 e 1954, em tempo integral neste trabalho, cujo resultado é o tal catálogo, ainda hoje o mais utilizado no mundo inteiro. Entre os meus trabalhos, este foi o que obteve maior reconhecimento internacional.

Woodwardioli monteithi.
Carvalho, 1974.



Chiloxionotus minensis.
Carvalho & Fontes, 1971.

PERFIL

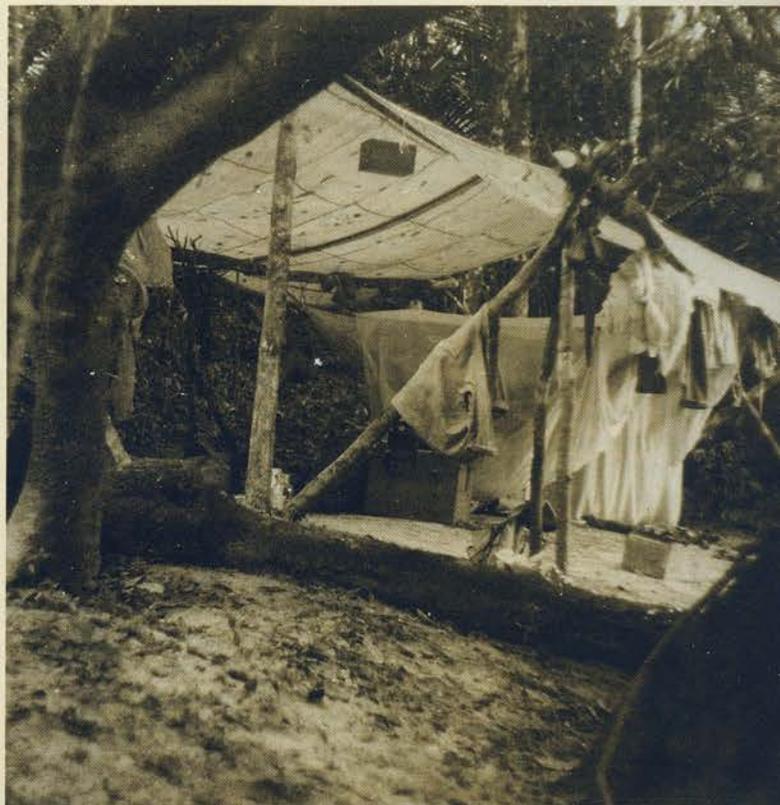
— *Mas vamos retomar a ordem cronológica. Você terminou o doutorado no início da década de 1940 e retornou ao Brasil. Como você veio parar no Museu Nacional?*

— Eu voltei dos EUA para Viçosa, porque tinha um compromisso com a escola de trabalhar ali pelo menos dois anos depois de pós-graduado. Permaneci quatro e, em 1946, vim para o Museu, no Rio, que vivia uma época de renovação por causa da desacumulação de cargos. Ingressaram comigo muitos outros naturalistas, que fizeram pesquisas sérias, trabalhando de manhã à noite. O salário era apenas razoável, mas havia muitas vantagens para o trabalho de campo, que nos atraía.

— *Data daí o início das suas grandes viagens pelo Brasil, não é? Nós sabemos que você é um naturalista viajante, um tipo em extinção. Hoje, seus colegas ficam muito mais em laboratório, recebendo material de longe. Você passou anos andando pela Amazônia, pelo Nordeste, coletando e observando coisas. Seus relatos publicados sobre as viagens ao rio Negro, ao Paru do Leste, Itacoati, Javari, Juruá e outras paragens são muito impressionantes. Como foi isso?*

— Minha vinda para o Museu me deu oportunidade de fazer muito trabalho de campo. Logo em 1946, fui ao Xingu com dois antropólogos, Eduardo Galvão e Pedro Estevão de Lima, e tive o primeiro contato com a natureza brasileira completamente virgem. Os índios estavam em seu estado puro, muitos deles nunca tinham visto um branco. Nós chegamos na mesma época da expedição Ronçador-Xingu, chefiada pelo João Alberto, e encontramos os irmãos Villas-Boas, que já andavam por lá. Todas essas impressões me estimularam a escrever um trabalho sobre as relações dos índios com a fauna. São as *Observações zoológicas e antropológicas no Xingu*, publicadas em 1951, que ressaltam o caráter naturalmente conservacionista dos índios em vida tribal, quando eles são um elemento do próprio equilíbrio natural. Tenho a impressão, porém, que eles também podem tornar-se destruidores quando, tutelados pelas instituições, deixam de ter na própria fauna o principal ponto de apoio para a sua subsistência, podendo, portanto, passar à condição de caçadores comuns.

José Cândido em 1952 na aldeia Kamaiurá, no Alto Xingu, habitada por índios de língua tupi. Ao lado, o cacique Tamapu, pai do atual cacique Tacumã.



Acampamento à beira do Paru do Leste, 1954.

— *É um trabalho pioneiro na etnozootologia, atualmente em moda no país.*

— Depois eu continuei minha saga, como funcionário do Museu e zoológico do Jardim Zoológico. Fui a Roraima, Marajó, Santarém, Oiapoque, Caiena, fiz as viagens a que você se referiu, acompanhei Noel Nuñez pelo interior, estive em Formosa (perto de Brasília), Serra do Navio, Araguari, Alto Solimões, percorri o Amazonas, participei da expedição Candango através do Nordeste, trabalhei no Pantanal de Mato Grosso... Não parei mais. Minha última grande viagem foi em 1982: um sobrevôo de sete dias sobre a Amazônia.

— *Você viajou a pé, de canoa, andou 18 mil quilômetros de jipe... Como era feito este trabalho?*

— A gente saía do Rio com dez contos de réis no bolso e uma passagem de navio ou de avião até Manaus ou Belém. Daí para diante prosseguia em geral de canoa, contando com a boa vontade dos seringalistas. Na viagem ao Paru, por exemplo, tive que apresentar ao coronel José Júlio, dono de toda aquela região, para obter permissão de ingresso e tráfego pelo rio. Ele me favoreceu a viagem até Almerim, onde arranjei um balateiro para me levar.

Nada disso era preparado com antecedência, tudo dependia da amizade, da conversa, da troca de objetos pessoais. Mas em geral o homem do interior tinha muita admiração por uma pessoa que saía daqui para pegar bicho, catar inseto. Me chamavam de "dr. Botânico" e me favoreciam muito, de modo que as viagens contavam com poucos recursos mas muito apoio dos nativos, dos balateiros, dos canoeiros, dos seringueiros, dos tais regatões, da região.

A mais interessante, eu acho, foi a viagem ao rio Negro, que está relatada na *Nota de viagem ao rio Negro*. Foi muito extensa, e eu tive a oportunidade de trabalhar com índios que só falavam língua geral, ou língua baniva. Fui obrigado a aprender um pouco de tupi para poder viajar com eles. Refiz então, em 1950, com três acompanhantes, a famosa viagem de Wallace, realizada cem anos antes, e trouxe tudo o que cabia numa canoa — insetos e animais — o que não era muito.

— *Foi nesta viagem que você quase morreu?*

— Passei um imenso susto. Eu tinha muita vontade de subir em cima da serra do Cucuí para ver o horizonte em torno, mas sabia que era perigosíssimo. Foi então que os índios que estavam comigo disseram que o Rondon havia subido. “Bom, eu disse, se ele subiu, nós vamos também.” E fomos, seguindo a trilha que eles ensinaram, muito íngreme, agarrando uma bromeira aqui, uma coisa ali. No meio da serra, choveu, e percebemos que não era possível sair do lugar, nem para cima, nem para baixo, porque a pedra estava muito escorregadia. Ficamos lá parados, sob chuva, vendo aquele mataréu em baixo. Foi quando o índio confessou que o Rondon subira, sim, mas puxado por uma corda amarrada na cintura! Só então é que ele me falou! Ai não tinha mais jeito. Tivemos que descer como lagartixas, agarrando a pedra com os braços, as pernas, as nádegas, com grande espanto, até chegar num lugar que oferecia mais segurança. A gente não morreu por sorte. Mas não foi o único episódio arriscado dessas viagens. Lembro-me agora, por exemplo, da descida de canoa pelas cachoeiras do rio Paru, perto de onde morreu o dr. Walter Egler, então diretor do Museu Paraense Emílio Goeldi.

— *É interessante que, depois de passar três meses viajando pelo rio Negro, em situação muito difícil, você reapareceu protestando contra a idéia da Amazônia como um “inferno verde”. Você propunha que ela fosse chamada de “paraíso verde”.*

— A Amazônia é o lugar de maior produtividade primária da Terra. Água em abundância, luz em abundância, calor em abundância. A intensidade da vida vegetal e animal é tanta que, apesar da imensa estupididade do homem em relação à natureza, não se pode chamar aquilo de inferno e nem conceber ali um deserto.

Na época da minha viagem, o rio Negro era completamente intocado pelo homem. Se eu voltasse hoje talvez tivesse uma impressão um pouco diferente, porque a ação humana é muito intensa e desregrada. Apesar disso, continuo sem admitir a idéia de que a Amazônia possa se transformar em deserto. Acho isso biológica e ecologicamente um absurdo. Comparativamente às outras regiões do mundo, a Amazônia ainda possui condições excepcionais para ser salva da destruição que se iniciou, sobretudo na área do Tocantins, Marabá, Conceição do Araguaia, costados do Maranhão, Rondônia e Acre. Com um pouco de inteligência e esforço os brasileiros podem salvar grande parte deste patrimônio. No entanto, se não formos capazes disso haverá uma completa modificação nas condições ecológicas regionais.

— *Você foi um pioneiro do movimento de conservação da natureza, muito antes dele ter o impacto e a divulgação que tem hoje. Como começou esta sua preocupação e quais foram as primeiras atividades que você desenvolveu nesta área?*

— Quando estudante, eu tinha a mentalidade da época: inesgotabilidade dos nossos recursos naturais e um certo ufanismo. Como muitos, eu achava que o Brasil possuía recursos fantásticos, que nunca se esgotariam, e acreditava naquela história dos “nossos bosques têm mais vida, nossos campos têm mais flores”. Acho que o marco da mudança foi um congresso internacional realizado em 1958 em Londres, quando se discutiu a criação da estação ecológica Charles Darwin, em Galápagos. Participei intensamente da discussão, dando exemplos nossos que indicavam a necessidade de educar a própria população para o tema. Essa participação me valeu duas coisas: minha eleição como representante da América Latina para a União Internacional de Conservação da Natureza e uma grande vontade de estimular a criação, no Brasil, de uma sociedade voltada para os mesmos fins. Foi então que criamos, ainda em 1958, a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, entidade que presidi por dois mandatos. Ela obteve logo reconhecimento internacional, e isto ajudou muito para que passasse a ser mais valorizada aqui também. Hoje, acho que está completamente consolidada.



Travessia das cachoeiras do Paru do Leste, 1954.

— *Você também influenciou na criação da nossa legislação ambiental, que é basicamente boa, mas não é cumprida, não é?*

— Eu influenciei principalmente na lei de proteção à fauna e no fim da exportação de peles de animais silvestres. A primeira se baseou numa lista de espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, a primeira do gênero entre nós, que eu fiz em 1968. São vinte e poucos mamíferos, algumas aves e plantas consideradas pelos botânicos como ameaçadas. O IBDF baixou então uma portaria oficializando a lista, e estas espécies passaram a gozar de proteção legal. De lá para cá, já houve novos animais incorporados.

Outra experiência importante nessa área foi a criação, da qual participei em 1980, do Grupo de Estudo de Assessoramento sobre Meio Ambiente, ligado à Companhia Vale do Rio Doce, que possui hoje 15 comissões internas atuando em assuntos relativos a esse tema. Acho um avanço significativo uma empresa deste porte passar a incorporar em suas decisões e sua ação questões relativas à recomposição ambiental, à proteção ao meio. Infelizmente, isso praticamente não ocorreu nas grandes obras governamentais recentes, como a Transamazônica, Itaipu e Tucuruí. Houve, nestes casos, estudos sobre o impacto ambiental, mas feitos em laboratório, quase em segredo, insuficientes e sem nenhuma participação das populações locais. Não tenho nenhuma evidência de que tais estudos tenham influenciado em alguma coisa na condução dos projetos, a não ser na parte promocional.

— *Há uma outra faceta tua que ainda não tocamos: o José Cândido administrador. Sua gestão à frente do Museu Nacional deixou até hoje uma expressão muito usada por aqui: “no tempo do Zé...” Como foi sua passagem para cargos administrativos, e que balanço você faz dela?*

— Primeiro eu fui diretor do Museu Goeldi, em 1954. Era uma instituição *sui generis*, com uma tradição fantástica, construída a partir do próprio Goeldi, quer dizer, desde 1894. Mas estava numa condição de absoluta pobreza e abandono quando foi absorvido pelo recém-criado Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).



Rede estendida para uma noite durante a expedição pelo rio Negro, 1951.

Foi quando eu, que havia ajudado a criar o INPA, assumi. Conseguimos reorganizar a biblioteca, os parques zoológico e botânico, a bibliografia amazônica (que dormia havia anos numa gaveta). Publicamos posteriormente, no CNPq, um grande volume com esta bibliografia e revitalizamos o Museu, levando para lá uma nova geração, que contava com o Eduardo Galvão, o Fernando Novaes, o Mário Ferreira Simões e outros. De lá é que eu vim para o Museu Nacional, como diretor, em 1955.

— *O Museu Nacional é uma instituição muito antiga, mas cuja história está um pouco esquecida. Você, de certa forma, é depositário de uma parte dela. Como você vê esta trajetória?*

— O Museu foi fundado em 1779 por dom Luís de Vasconcelos, com o nome de Casa da Ciência Natural e funcionando lá no centro da cidade. Esta casa foi incorporada ao Museu Real, que depois, na República, transformou-se em Museu Nacional. Foi uma instituição singular, a única casa de ciências existente no país na segunda metade do século XIX, pelo menos no que diz respeito à pesquisa científica, experimental. Teve a primeira publicação científica — os Anais, iniciados em 1875 —, a única enviada regularmente para o exterior durante muitos anos, com trabalhos pioneiros sobre ofidismo, curare, além de pesquisas nas áreas de medicina e de química. No início do século, outras instituições vieram a tomar seu lugar: Manguinhos, Adolfo Lutz, os museus Goeldi e de São Paulo, por exemplo. Estas novas instituições nacionais passaram a ter um apoio especial, pois, no Brasil, sempre se apóia as coisas novas e se descuida das velhas. Houve uma certa letargia, mas, de qualquer modo, até ser incorporado à então Universidade do Brasil (atual UFRJ), ele estava vinculado diretamente ao Ministério da Educação e Saúde e era efetivamente um museu nacional de história natural. Hoje, nacional é só nome.

— *Você acha essa subordinação do museu à universidade um fato negativo?*

— Claro que sim. Eu sempre concordei com Roquette Pinto, que dizia que os institutos essencialmente ligados à pesquisa científica

superior não deveriam em nenhuma hipótese transformar-se em escolas do tipo corrente. Por isso, eu nunca aceitei a idéia de um museu nacional dentro de uma universidade, pois essa condição enfraquece a posição do museu, inclusive em termos de recursos, mas não só. Conta também o atrelamento a uma burocracia cujos valores são diferentes.

Os museus nacionais são em todo o mundo instituições de alto nível, muito antigas, com acervo e tradição respeitáveis e, pelo menos, três funções fundamentais: primeiro, a educação de massa, através de exposições que mostram aquilo que o grande público não pode ver em outros locais; segundo, a organização de coleções nacionais vultosas, capazes de sistematizar aquilo que o país tem de mais notável em seu acervo natural (plantas, animais, rochas). Nós não temos uma exposição destas, mas apenas uma de antropologia e uma de animais. Mesmo assim, não temos mais nenhum espaço para colocar coisas novas: se doarem uma gaveta a mais de bichos, não saberemos onde pôr.

Em terceiro lugar, um museu deve patrocinar pesquisa de campo, sobretudo em áreas novas, por exemplo Tucuruí, Balbina, Itaipu, Carajás, Rondônia — áreas em vias de ocupação. Mas, para fazer isso, a pessoa não pode estar dando aulas, acompanhando alunos. O Museu deveria ter um convênio com a Universidade, de modo que os professores e alunos viessem frequentá-lo, fazer suas teses aqui, com um corpo docente especializado e com equilíbrio entre os homens que vão ao campo e os do ensino. Hoje em dia, o pessoal está absurdamente envolvido com o ensino, e quase não há pesquisa de campo.

Por aí, pode-se ver que, como está, o Museu não satisfaz as condições de um museu nacional. Eu não compreendo um museu sem uma boa biblioteca, com bibliotecárias, um bom departamento de taxidermia, com taxidermistas que garantam as exposições e a renovação do material, sem um departamento de catalogação de bichos, recepção e saída de animais, intercâmbio de material e várias coisas assim. Tudo isso, que hoje parece um sonho, nós já tivemos. E não se trata de nenhum luxo: o México, que não é mais rico do que o Brasil, possui um dos museus antropológicos mais bonitos do mundo, porque teve a consciência de que esse seria um índice da sua cultura.

— *A este respeito, como foi sua gestão?*

— Quando estudante, eu mesmo aprendi muito vendo as exposições do Museu. Vinha de Viçosa até aqui, de caderninho na mão, anotava o nome de tudo quanto era macaco, tudo quanto era bicho. Por isso mesmo, sempre achei um absurdo o desmantelamento posterior das exposições. Quando assumi, tive apoio para corrigir este problema, e consegui abrir 34 salas, tudo o que hoje pode ser visto da antropologia para o fim. Levei taxidermistas para a minha fazenda e a do meu sogro e lá ficamos, cinco pessoas, coletando animais, estudando insetos que depois encheram duas salas, tipicamente mineiras. Assim, pude cuidar da primeira parte — as exposições para o público — mas quando comecei a entrar na parte da pesquisa meu mandato terminou e o trabalho não se consolidou.

— *Você atinge daqui a pouco a idade limite de 70 anos, caindo, portanto, na aposentadoria compulsória. Mas se faltassem, por exemplo, mais 30 anos de trabalho pela frente, a quem você se dedicaria? Qual, a seu ver, a maior lacuna a ser preenchida na sua área nos próximos anos?*

— Mesmo com a compulsória, vou continuar trabalhando enquanto tiver forças, quem sabe mais 30 anos. Mas é claro que não tenho a mesma energia de antes. Se tivesse, me dedicaria a montar a coleção mais completa possível da fauna brasileira, que até hoje não foi estudada em sua excepcional riqueza e variedade. Nós precisamos de uma coleção nacional, antes que seja muito tarde. Quem estiver começando agora e quiser dar uma notável contribuição à zoologia no Brasil tem aí um projeto capaz de alimentar um belo trabalho.

DISMAC APRESENTA

PROGRAMA MICRO ESFORÇO

O QUE UM MICROCOMPUTADOR FAZ POR MIM?



Até hoje para responder essa pergunta só existia um jeito: fazer sua empresa comprar e instalar um microcomputador e aprender por si mesma.

O programa Micro Esforço ajuda você a entender o que um microcomputador é e o que ele faz dentro da sua empresa, antes que você invista um centavo nele.

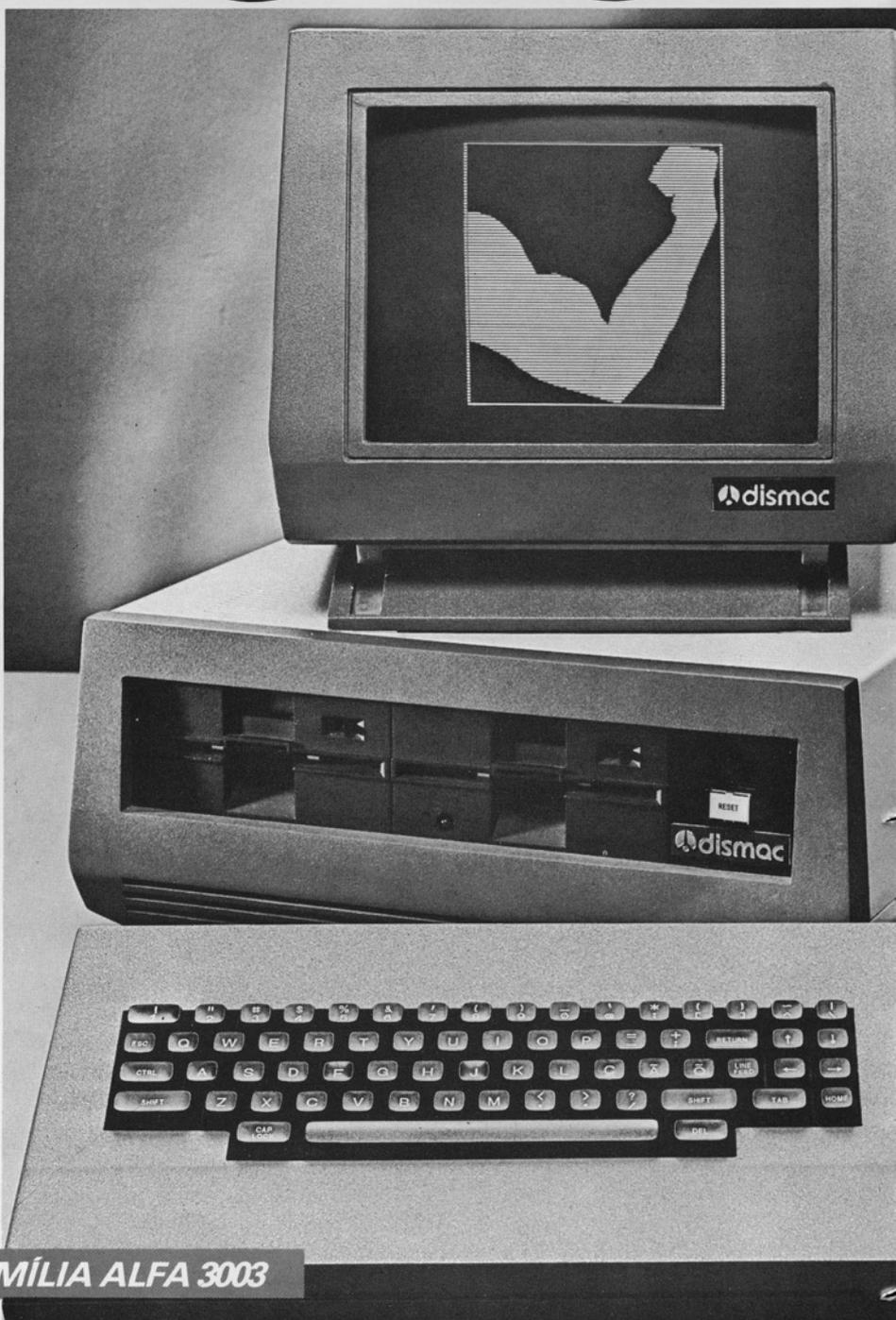
COMO ESCOLHER O EQUIPAMENTO?



Quando sua empresa chama um fabricante ou um representante de microcomputadores, ela está arriscada a comprar o que eles têm para vender. Não o que você precisa.

Muitas acabam colocando um equipamento na sua empresa, sem ao menos se importar com o tipo ou tamanho do seu negócio.

Com o Programa Micro Esforço, você elimina todos esses riscos, porque ele identifica qual a capacidade do equipamento que você realmente precisa. E se for o caso, diz para você que sua empresa não precisa de microcomputador.



AMA DRÇO

ANTES DE VENDER UM MICROCOMPUTADOR PARA SUA EMPRESA, A DISMAC ESTÁ INTERESSADA EM SABER EXATAMENTE AQUILO QUE ELA PRECISA.

POR ISSO, A DISMAC CRIOU UM PROGRAMA QUE ESTUDA O TIPO E TAMANHO DA SUA EMPRESA, IDENTIFICA SEUS PROBLEMAS E FAZ UM PROJETO ESPECÍFICO PARA AUMENTAR SUA EFICIÊNCIA, DIMINUINDO SEU CUSTO. VOCÊ CONSULTA A DISMAC SOBRE O PROGRAMA MICRO ESFORÇO SEM NENHUM COMPROMISSO. CASO VOCÊ SE DECIDA PELA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO, A DISMAC PODE OFERECER TUDO O QUE VOCÊ VAI PRECISAR PARA ISSO. CASO CONTRÁRIO, VOCÊ NÃO PAGA ABSOLUTAMENTE NADA.

UMA OPORTUNIDADE EM MIL PARA SUA EMPRESA TIRAR AS DÚVIDAS E VOCÊ ACABAR COM SEUS TEMORES.

MULTIUSUÁRIO



A Dismac tem microcomputadores para empresas pequenas, médias ou grandes. É a única que tem o sistema multiusuário. Isso quer dizer que um funcionário da sua empresa não precisa esperar outro terminar a operação para que ele inicie. Até 8 departamentos da sua empresa podem ter informações diferentes ao mesmo tempo.

ATÉ ONDE EU POSSO CONTAR COM OS SISTEMAS?



Muitas empresas estão usando somente a metade da capacidade dos seus microcomputadores. Uns porque não encontram sistemas certos para resolver seus problemas. Outros porque não sabem como usá-los.

No Programa Micro Esforço, quando a Dismac estuda seus problemas, ela já pode dizer quais os sistemas você vai precisar e desenvolve cada um, especialmente para o seu caso.

QUEM ME OFERECE ASSISTÊNCIA?



Para a Dismac, a vida de um microcomputador não acaba no momento em que você compra e instala. Ela sabe que se você precisar de assistência técnica, cada hora que o equipamento estiver parado, representa dinheiro que você está perdendo.

Através do Programa Micro Esforço, a Dismac desenvolve um mecanismo para atender seu caso em menor tempo e com maior eficiência, em qualquer ponto do Brasil.

HOT LINE



Para sua empresa conhecer o Programa Micro Esforço sem nenhum compromisso e ter um projeto para solucionar seus problemas sem nenhum custo, é só ligar para (011) 825-3588, 825-2696 e falar com o Sr. Akira.

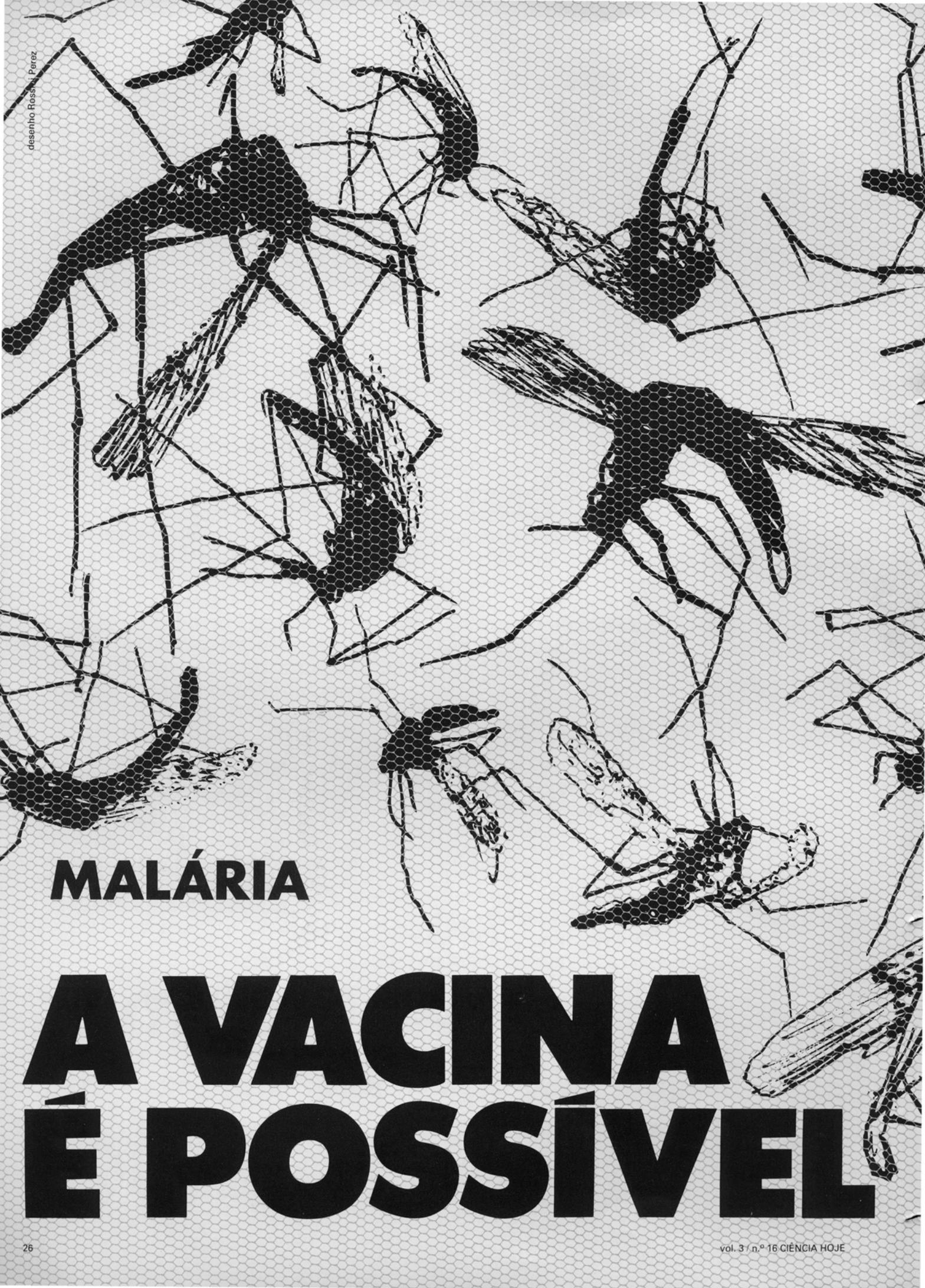


dismac

Calculadoras, microcomputadores, registradoras eletrônicas, video games.

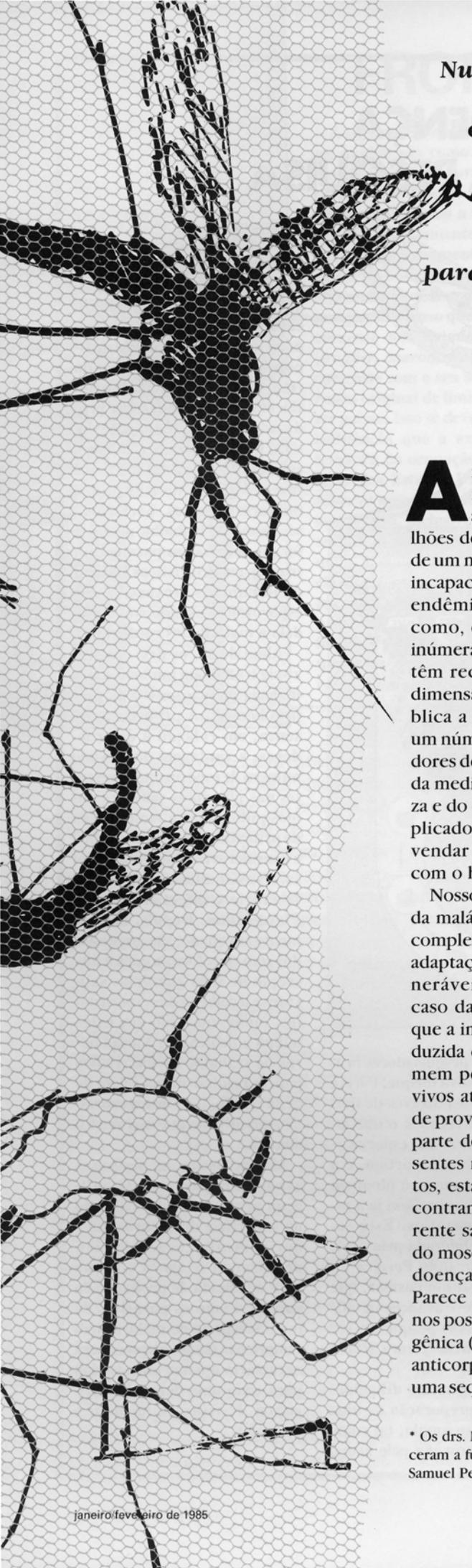
825 **HOT LINE** 3588





MALÁRIA

**A VACINA
É POSSÍVEL**



Nunca estivemos tão perto desta vacina, que terá um duplo impacto sobre a medicina e a biologia atuais: de um lado, levará a um novo patamar o combate à principal doença do Terceiro Mundo; de outro, poderá abrir novas perspectivas para o entendimento de outras doenças parasitárias, cuja complexidade tem-se constituído em uma notável barreira ao seu controle

Victor e Ruth Nussenzweig*

Centro Médico da Universidade de Nova Iorque

A malária é a doença parasitária mais importante do mundo atual. Atinge de 200 a 400 milhões de pessoas, mata a cada ano mais de um milhão, na maior parte crianças, e incapacita muitos habitantes das áreas endêmicas. Não há vacina contra ela, como, de resto, contra nenhuma das inúmeras doenças parasitárias, que não têm recebido atenção proporcional à dimensão dos problemas de saúde pública a elas relacionados. Felizmente, um número cada vez maior de pesquisadores de diferentes setores da biologia e da medicina têm-se dado conta da beleza e do desafio de compreender o complicado ciclo vital dos parasitas e desvendar os mecanismos da sua relação com o hospedeiro.

Nossos estudos relativos aos parasitas da malária mostram que, apesar da sua complexidade e do seu elevado grau de adaptação ao hospedeiro, eles são vulneráveis ao ataque imunológico. No caso da malária, as pesquisas indicam que a imunidade protetora pode ser induzida em roedores, macacos e no homem pela inoculação de esporozoítos vivos atenuados. Os antígenos capazes de provocar a resposta imunitária fazem parte de uma família de proteínas presentes nas membranas dos esporozoítos, estágio em que os parasitas se encontram quando são injetados na corrente sanguínea por ocasião da picada do mosquito infectado (ver "O ciclo da doença e os caminhos da pesquisa"). Parece claro também que estes antígenos possuem apenas uma região imunogênica (capaz de induzir a produção de anticorpos específicos), a qual contém uma seqüência repetitiva de alguns pou-

cos aminoácidos. Estas descobertas permitem prever o desenvolvimento de uma vacina capaz de interromper o ciclo do parasita e evitar a doença.

Temos motivos suficientes para acreditar que a vacina contra a malária utilizará antígenos de esporozoítos. Esta hipótese revive estudos realizados em 1941 na Índia por Mulligan e colaboradores que, injetando em pássaros esporozoítos irradiados com luz ultravioleta, conseguiram considerável grau de proteção contra uma infecção malárica que, de outra forma, teria sido letal. Eles também descobriram que a imunidade obtida era estágio-específica, ou seja, conferia proteção contra os esporozoítos mas não contra os estágios mais avançados do ciclo evolutivo do parasita, observados após seu ingresso no fígado e ressurgimento no sangue do hospedeiro. Durante muito tempo esses resultados foram ignorados, predominando a falsa idéia de que os esporozoítos não provocam resposta imunitária eficaz por causa da sua breve permanência no sangue do hospedeiro e do pequeno número inoculado pela picada do mosquito.

Experiências em nosso laboratório mostraram que, na realidade, os esporozoítos são altamente imunogênicos: mesmo injetados em pequenas quantidades, provocam pronta resposta imunitária, com produção eficaz de anticorpos. Estas observações foram reforçadas pela constatação, feita por Elizabeth H. Nardin, uma de nossas colaboradoras no Centro Médico da Universidade de Nova Iorque (NYU), de que mais de 90% dos adultos de Gâmbia, área de alta endemicidade, apresentam níveis elevados de anticorpos antiesporozoítos.

* Os drs. Nussenzweig são brasileiros, formados em 1953 pela Universidade de São Paulo, onde exerceram a função de professores-assistentes do Departamento de Parasitologia, então chefiado pelo dr. Samuel Pessoa. Transferiram-se para os Estados Unidos em 1964.

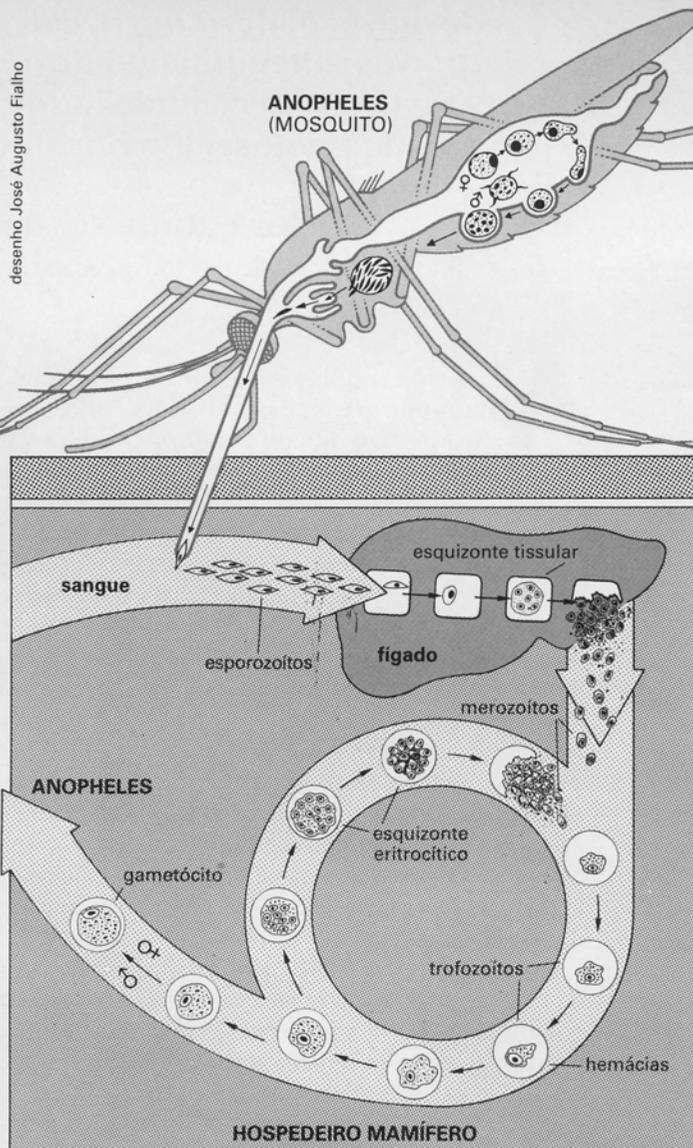
O CICLO DA DOENÇA E OS CAMINHOS DA PESQUISA

O *Plasmodium*, parasita da malária, tem um complicado ciclo evolutivo. Nem todo mosquito lhe serve de hospedeiro, apenas as fêmeas do gênero *Anopheles*, em cujas glândulas salivares o parasita se instala, causando pouco ou nenhum dano ao inseto. A picada do mosquito injeta minúsculos esporozoítos na corrente sanguínea do animal atacado, que pode ou não ser susceptível, pois cada tipo de *Plasmodium* necessita de um hospedeiro de espécie diferente. Por este motivo, os parasitas da malária do homem, das aves, dos roedores e dos macacos não são iguais entre si. Cada *Plasmodium*, por sua vez, possui diversas cepas, que correspondem, grosso modo, a "raças" distintas de uma mesma espécie.

Após uma passagem de poucos minutos pelo sangue, os esporozoítos encontram o que estavam procurando: as células do fígado, onde se instalam sem provocar sintomas e se transformam em formas chamadas exoeritrocíticas. Cada uma destas produz milhares de parasitas (merozoítos) que, após alguns dias, irrompem na corrente sanguínea. Aí então começam a prejudicar o organismo do hospedeiro, invadindo as hemácias (glóbulos vermelhos) e convertendo-se em trofozoítos. Estes crescem dentro das hemácias e convertem-se em esquizontes que, rompendo suas células hospedeiras, dão origem a novos merozoítos que vão parasitar outras hemácias. Alguns merozoítos se transformam em gametócitos (masculinos e femininos), formas que poderão ser apanhadas por um mosquito ao picar o indivíduo infectado, iniciando novo ciclo.

Os sintomas aparecem quando os merozoítos destróem as hemácias e são libertados. Surgem calafrios e febre no hospedeiro humano e, como o ciclo dos parasitas é coordenado, os ataques se repetem com regula-

desenho José Augusto Filho



ridade: nas infecções por *P. falciparum* (tipo mais comum), eles possuem intervalo de aproximadamente dois dias (ver "Malária: agrava-se o quadro da doença no Brasil", em *Ciência Hoje* n.º 12).

O *Plasmodium* provoca uma certa resposta imunitária. Após repetidas infecções maláricas os indivíduos podem tornar-se relativamente imunes, em geral quando atingem a idade de adultos jovens. A fase crítica é a infância, pois, depois de perderem os anticorpos maternos, as crianças ficam inteiramente desprotegidas e podem morrer com a infecção.

A busca da vacina está sendo

tentada por pesquisadores brasileiros em Nova Iorque, Paris e outros centros, através de dois caminhos diferentes: o que focaliza o ataque aos esporozoítos, narrado neste artigo, e o que visa promover o bloqueio da ação do *Plasmodium* já a nível dos merozoítos. Esta segunda via é liderada pelo prof. Luís Hildebrando Pereira da Silva, do Instituto Pasteur, que também obteve avanços significativos em suas pesquisas (ver "Tome Ciência", em *Ciência Hoje* n.º 5).

Uma das grandes dificuldades para a preparação de uma vacina de uso amplo, tal como está sendo buscada pelo grupo

de Nova Iorque, é a obtenção de quantidades suficientes de esporozoítos, o que levou os pesquisadores à busca da identificação do antígeno específico, presente no esporozoíto, responsável pela deflagração da resposta imunitária do homem. Encontrado, ele poderá ser produzido independente da existência de esporozoítos em larga escala. Mais fácil falar do que fazer. Milhões de mosquitos, milhares de ratos, horas, meses, anos de trabalho paciente foram necessários para encontrar as características básicas da imunidade provocada pelo esporozoíto, usando como modelo a malária dos roedores.

Além desta, os drs. Nussenzeig trabalham também com a malária do macaco e a do próprio homem. A primeira apresenta, em relação à dos roedores, a vantagem do elevado número de esporozoítos presentes nas glândulas salivares dos mosquitos, mas a manutenção de primatas para estudo é difícil e consideravelmente dispendiosa. Os mosquitos são criados em insetário e infectados com o *Plasmodium*. Depois, no momento adequado, são anestesiados com clorofórmio para a dissecação de suas glândulas salivares e a colheita dos esporozoítos, numa operação que exige tempo e dedicação. Várias horas de trabalho de um técnico podem resultar numa coleta de dez a cem milhões de esporozoítos, quantidade que mal se vê a olho nu.

Mesmo assim, as pesquisas avançaram bastante. O antígeno procurado foi localizado na superfície do esporozoíto e devidamente caracterizado, procurando-se agora a forma mais adequada de produção da vacina. Como os parasitas da mesma espécie de malária têm sempre o mesmo antígeno, será necessária apenas uma vacina para cada uma delas (*P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* e *P. ovale*).

Dois estudos realizados por membros da Divisão de Parasitologia da NYU tornaram possíveis nossas pesquisas sobre a imunidade contra esporozoítos em mamíferos. Primeiro, o falecido professor Meir Yoeli demonstrou que o *Plasmodium berghei*, parasita causador da malária em roedores, podia ser utilizado como modelo experimental da malária humana; em um segundo estudo, realizado em colaboração com o dr. Jerome P. Vanderberg, Yoeli conseguiu esclarecer a transmissão cíclica deste parasita e obteve em laboratório grande número de mosquitos infectados com esporozoítos.

Utilizando esse modelo experimental em colaboração com os drs. Vanderberg, Harry Most e Colin Orton, nós obtivemos esporozoítos de *P. berghei* a partir de glândulas salivares de *Anopheles stephensi*. Estes esporozoítos foram submetidos à radiação gama e utilizados para imunizar camundongos através de injeções endovenosas repetidas. Grande parte dos animais desenvolveu imunidade protetora. Quando inoculados com esporozoítos vivos, 84% dos camundongos vacinados sobreviveram, ao passo que 97,1% dos controles (animais não vacinados, usados para efeito de comparação) morreram.

Juntamente com nossos colegas drs. Vanderberg e Most, ajudados pelos drs. A. Orjih, G. Spitalny, I. Rivera-Ortiz e E. Nardin (estudantes de pós-graduação da Divisão de Parasitologia), nós determinamos as características dessa imunidade. A proteção é estágio-específica: os camundongos imunizados com esporozoítos atenuados ficam protegidos contra a infecção por esporozoítos, mas são inteiramente susceptíveis à infecção com parasitas que já estejam na fase se-

| Doenças em Gana, classificadas segundo o número de dias perdidos por habitante | | |
|--|-----------------|------------------------------|
| Classificação | Causas | Dias perdidos por pessoa/ano |
| 1.º | malária | 32,6 |
| 8.º | acidentes | 11,9 |
| 17.º | hipertensão | 5,1 |
| 25.º | esquistossomose | 4,4 |
| 27.º | câncer | 3,8 |

Fonte: Int. J. Epidemiol. 10: 73, 1981.

Fig. 1. A tabela, montada com dados relativos a Gana, mostra uma situação comum a muitos países africanos. A malária aparece em primeiro lugar entre as causas de invalidez temporária da população local, muito acima de enfermidades mais comuns no homem ocidental moderno, como a hipertensão e o câncer.

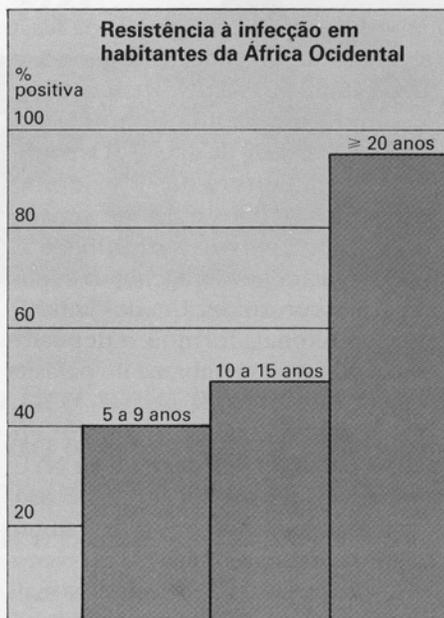


Fig. 2. A idéia de que crianças são mais susceptíveis à malária do que adultos foi confirmada quando amostras de soros de habitantes da África Ocidental foram testadas quanto à presença de anticorpos antiesporozoítos de *P. falciparum* por imunofluorescência indireta. Mais de 90% das amostras obtidas de adultos foram positivas, enquanto a maioria das amostras de crianças reagiu de forma negativa ou fracamente positiva. É possível que a presença de anticorpos antiesporozoítos contribua para desenvolver a resistência à infecção.

guinte de desenvolvimento, isto é, na fase de merozoíto. Na maioria dos casos, a proteção é também espécie-específica: em geral, a imunização com esporozoítos de uma espécie de *Plasmodium* não confere proteção contra a infecção por esporozoítos de outra espécie de parasita da malária. A proteção, no entanto, é eficaz em relação a diferentes cepas de parasitas da mesma espécie, originários de áreas geográficas as mais diversas.

A via mais eficaz de imunização com esporozoítos irradiados é a endovenosa. Embora a proteção conferida tenha duração limitada a mais ou menos três meses, ela pode ser reforçada por picadas repetidas de mosquitos infectados, maneira pela qual conseguimos manter camundongos resistentes ao *P. berghei* durante mais de um ano. Em áreas endêmicas, as picadas repetidas de mosquitos infectados talvez produzam efeito semelhante, mantendo nas populações locais a resistência à infecção malárica (figura 2). Em camundongos, a fêmea grávida imunizada com esporozoítos transfere sua imunidade para a cria. A transferência de anticorpos contra os esporozoítos do *P. falciparum* também foi detectada em bebês humanos em Gâmbia por nossa colega dra. E. Nardin.

A maior parte dos anticorpos produzidos durante a imunização é dirigida contra a membrana do esporozoíto. Quando esporozoítos viáveis (não atenuados) foram incubados com o soro de camundongos vacinados, observamos que depósitos proeminentes de anticorpo se formaram na superfície do parasita. Após alguns minutos, estes depósitos passaram a formar uma espécie de cauda, mostrada na figura 3. Como eles circundam todo o parasita, passamos a chamá-los de precipitação *circum-esporozoíto*, ou *reação CSP*. Anticorpos antiesporozoíto também possuem atividade neutralizadora, ou seja, os esporozoítos incubados com o soro de animais imunizados ficam com seu potencial infectante abolido.

O passo seguinte foi a tentativa de identificar a natureza e a localização anatômica dos antígenos responsáveis pela imunidade contra a malária, traba-



Fig. 3. A montagem, composta a partir de fotografias obtidas no microscópio eletrônico de varredura, mostra as alterações que ocorrem nos esporozoítos em seguida à incubação com soros obtidos de animais vacinados com esporozoítos irradiados com raios-X. Acima, vê-se um esporozoíto incubado em soro normal: sua superfície é lisa e sua parte anterior, mais estreita, pode ser claramente distinguida da posterior, arredondada. Abaixo aparece um esporozoíto incubado em soro imune. Toda a superfície do parasita parece áspera, havendo ainda um precipitado semelhante a uma cauda, cuja superfície irregular se estende para além da extremidade posterior do esporozoíto. Trata-se da chamada *reação circum-esporozoíto*, ou *reação CSP*.

lho realizado em colaboração com os drs. Vanderberg, Cochrane e M. Aikawa (da Universidade Case Western Reserve). A pista mais importante foi a observação de que a reação CSP apresentava as mesmas características da imunidade protetora, ou seja, também era estágio e espécie-específica, porém não cepa-específica.

Tomados em conjunto, esses dados indicavam claramente que a imunidade era, pelo menos em parte, mediada por anticorpo e que os antígenos relevantes deviam ser precisamente aqueles que participavam da reação CSP. Por isso, concentramos nossa atenção sobre a membrana do parasita, que deveria conter esse antígeno. Obtivemos uma agradável surpresa quando os resultados das primeiras experiências mostraram que a composição da membrana dos esporozoítos era relativamente simples. Para identificar esses componentes e selecionar o responsável pela imunidade protetora, resolvemos lançar mão de uma tecnologia nova naquela época (ver "Tome Ciência", em *Ciência Hoje* n.º 15), isto é, a de anticorpos monoclonais, que têm um único sítio de combinação e, portanto, definem um único antígeno, ou melhor, uma única região do antígeno, ou epítipo (ver "A produção de anticorpos monoclonais"). Os trabalhos iniciais foram feitos com *P. berghei*, causador da malária de roedores. Os camundongos usados para a produção dos anticorpos monoclonais foram imunizados mediante processo não ortodoxo: por picadas repetidas de mosquitos infectados e submetidos aos raios-X, a fim de que fosse evitada a infecção malárica nos animais. Desta forma, os anticorpos desses animais reagiram sobretudo com os esporozoítos, tornando mínima a sensibilização a antígenos de tecidos de mosquito, bactérias ou fungos, que contaminam os esporozoítos retirados das glândulas salivares dos insetos.

O próximo passo foi a produção de um híbrido, ou seja, de uma linha

gem celular híbrida originária da fusão de células do baço destes camundongos, produtoras de anticorpos, com um plasmocitoma, célula tumoral com grande capacidade de divisão. Os sobrenadantes da cultura dos híbridos foram selecionados a fim de separar aqueles que contivessem anticorpos monoclonais contra antígenos da superfície dos esporozoítos. Um dos anticorpos monoclonais formou o depósito característico na membrana do parasita (reação CSP).

Os drs. N. Yoshida (brasileira) e P. Potocnjak (chileno) estudaram, na NYU, as propriedades protetoras desse anticorpo monoclonal. Grupos de camundongos receberam injeções endovenosas do anticorpo e, alguns minutos mais tarde, foram inoculados com esporozoítos. Os animais que receberam dez ou mais microgramas de anticorpo ficaram, em sua maioria, protegidos. Os poucos animais que se infectaram apresentaram um período pré-patente (fase que vai da inoculação do esporozoíto até o aparecimento das primeiras formas sanguíneas) mais prolongado, mostrando que a maior parte dos esporozoítos — mas não todos — havia sido neutralizada (figura 4).

Estudos posteriores com os drs. F. Santoro (brasileiro) e A. Ferreira (chileno) mostraram que esporozoítos da malária de símios e do homem possuem antígenos protéticos com características físico-químicas e imunológicas semelhantes em suas membranas, aos quais denominamos *proteínas circum-esporozoíto*, ou *proteínas CS*. Estes são os antígenos responsáveis pela imunidade contra a malária em animais vacinados com esporozoítos irradiados.

A semelhança físico-química entre as proteínas CS provavelmente deriva do fato de que elas exercem uma mesma função, talvez relacionada à penetração do parasita nas células-alvo, isto é, nas células hepáticas. Em colaboração com um cientista do Instituto de Pesquisas

MALARIA WARNING!
ANYONE CAN GET MALARIA IN THESE COUNTRIES, EVEN ON A STOPOVER. NATURAL IMMUNITY IS SOON LOST AND CHILDREN BORN IN BRITAIN HAVE NONE AT ALL.
PROTECT YOURSELF BY TAKING ANTI-MALARIAL TABLETS BEFORE, DURING AND AFTER YOUR VISIT.

Distribuição da malária no mundo, segundo um cartaz feito pelo Departamento de Saúde da Inglaterra com o propósito de alertar viajantes ingleses sobre um dos perigos existentes em países subdesenvolvidos. Note-se a posição do Brasil.

Tradução do cartaz CUIDADO COM A MALÁRIA: Qualquer um pode contrair malária nestes países, inclusive quem estiver de passagem. A imunidade natural é perdida logo, e as crianças nascidas na Inglaterra não possuem nenhuma. Proteja-se tomando tabletes antimalária antes, durante e depois.

Biomédicas, dr. M. Hollingdale (que desenvolveu um sistema *in vitro* no qual os esporozoítos aderem, penetram e se multiplicam dentro de fibroblastos ou células hepáticas), descobrimos que anticorpos monoclonais contra a proteína CS do *P. berghei* inibiam a adesão e a penetração dos esporozoítos em células. Estudos recentes, realizados em conjunto com os drs. M. Hollingdale e E. Nardin, confirmaram essas descobertas, utilizando esporozoítos dos parasitas de malária humana (*P. vivax* e *P. falciparum*) e os correspondentes anticorpos monoclonais.

Enquanto se realizavam esses estudos *in vitro*, a dra. Nardin conseguiu determinar o efeito dos anticorpos monoclonais específicos contra as proteínas CS dos parasitas de malária humana (*P. falciparum* e *P. vivax*) sobre o potencial infectante desses esporozoítos. Entre 10.000 e 20.000 esporozoítos foram incubados com anticorpos monoclonais, e a mistura foi injetada em sete chimpanzés, animais muito sensíveis à infecção.

| Resistência de camundongos à infecção depois de tratamento com anticorpos monoclonais | | |
|---|--|--|
| Dose de anticorpos (µg/camundongo) | N.º de animais infectados/ N.º de animais injetados | Período pré-patente (dias ± desvio padrão) |
| 300 | 0/5 | — |
| 100 | 0/5 | — |
| 50 | 1/5 | 7,0 |
| 25 | 1/5 | 6,0 |
| 10 | 0/5 | — |
| zero | 5/5 | 5,2 ± 0,4 |

Fonte: Potocnjak e outros, J. Exp. Med., 151: 1504, 1980.

Fig. 4. Resistência de camundongos à infecção com cerca de mil esporozoítos de *P. berghei*, induzida através de tratamento com anticorpos monoclonais dirigidos contra a proteína CS. Como se vê, animais que receberam apenas cerca de 10 microgramas de anticorpo ficaram protegidos.

ção com estas espécies de parasitas da malária. Embora o número de experiências tenha sido limitado e não se tenha conseguido neutralização completa, os resultados foram altamente encorajadores. Dois dos sete animais não se infectaram e nos cinco restantes o período pré-patente foi grandemente aumentado, o que reflete considerável diminuição do número de esporozoítos no inóculo, talvez de mais de 99%. O dr. J. Gysin (do Instituto Pasteur da Guiana Francesa) realizou recentemente na NYU experiências de neutralização com os mesmos anticorpos monoclonais, usando o macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*) como hospedeiro para esporozoítos de *P. vivax*. Constatou então que neste animal, menos sensível à infecção do que o chimpanzé, os anticorpos fizeram desaparecer por completo o potencial infectante do parasita. Em resumo, todas as proteínas CS estudadas mostraram-se estrutural, antigênica e funcionalmente semelhantes.

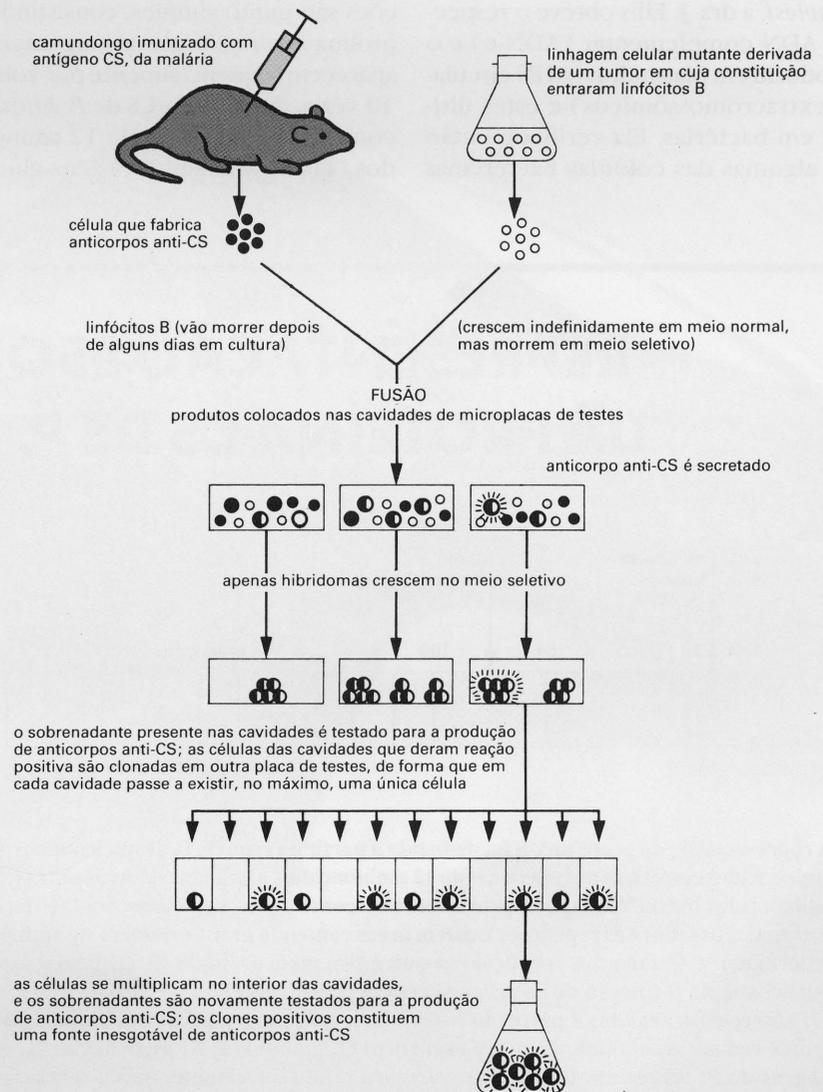
Essas descobertas abriram a possibilidade de desenvolvimento de uma vacina contra a malária mediante o uso de proteínas CS purificadas. A fonte de antígeno, no entanto, constituía sério problema, já que os esporozoítos só podem ser obtidos a partir de glândulas salivares de mosquitos infectados. A obtenção de grandes quantidades de proteína CS ficava então na dependência da engenharia genética ou da síntese da porção da molécula que contém os epítopos (regiões antigênicas) relevantes. Testamos as duas possibilidades.

A aplicação da tecnologia do ADN recombinante exigia o estudo preliminar da biossíntese das proteínas CS em esporozoítos de diversas espécies de malária, com o uso de técnicas que podem ser ilustradas através dos resultados obtidos pelos drs. Yoshida e Cochrane em nosso laboratório. Esporozoítos foram mantidos viáveis *in vitro* por várias horas na presença de metionina (aminoácido essencial à síntese protéica do parasita) marcada com radioisótopos. Durante esse tempo, os parasitas sintetizaram proteínas contendo metionina marcada. A reação de extratos destes parasitas com anticorpos monoclonais identificou não uma, mas três proteínas CS marcadas com metionina. Uma delas se localizava na superfície do parasita, enquanto as outras duas eram precursoras intracelulares.

A PRODUÇÃO DE ANTICORPOS MONOCLONAIS

O diagrama mostra esquematicamente a preparação de células híbridas, ou híbridomas entre uma célula tumoral e linfócitos B que fabricam anticorpo. Os híbridomas fabricam anticorpos monoclonais homogêneos, por exemplo contra o antígeno CS. O meio seletivo usado para o cultivo das células híbridas contém um inibidor (aminopterin) que bloqueia as vias normais de biossíntese de nucleotídeos. Assim, para sintetizar seus ácidos nucleicos, as células têm que usar uma via metabólica colateral, que não existe na linhagem de células tumorais mutantes, às quais os linfócitos B normais estão fundidos. Como, por sua vez, os linfócitos B normais não se multiplicam em meio de cultura, nenhum tipo de célula usado para a fusão pode crescer independentemente da outra, e apenas as células híbridas sobrevivem.

Esses híbridomas se multiplicam como clones individuais, o que dá origem a uma fonte permanente e estável de um único anticorpo monoclonal, produto de apenas um linfócito B. Assim, anticorpos monoclonais consistem de uma população de moléculas idênticas entre si, cada uma delas com um único sítio de combinação com o antígeno. Este sítio reconhecerá, por exemplo, uma combinação definida de um grupo particular de cadeias laterais de alguns poucos (cinco a dez) aminoácidos em uma proteína, ou um número semelhante de resíduos de açúcar em um polissacarídeo (sítios antigênicos ou epítopos). Por causa da sua especificidade uniforme, os anticorpos monoclonais apresentam enorme vantagem sobre os anti-soros convencionais, os quais usualmente contêm anticorpos que reconhecem grande número de sítios antigênicos diferentes, mesmo em uma pequena macromolécula.



Essa experiência também mostrou algo talvez mais importante: do total de metionina incorporada em proteínas que haviam sido sintetizadas pelos esporozoítos, de 5 a 15% estavam associados às proteínas CS. Em outras palavras, nos esporozoítos uma grande parte da maquinaria biossintética especializada em produzir proteínas produz proteína CS. Este fato sugere que as proteínas CS são importantes para a sobrevivência do parasita no hospedeiro e indica também que o ARN mensageiro (ARN-m, que é o "molde" para a síntese dessas proteínas e que foi usado para a clonagem dos genes) deve estar presente em grande quantidade nos esporozoítos.

Esta observação encorajou o Prof. G. N. Godson, chefe do Departamento de Bioquímica da NYU, e seus discípulos drs. J. Ellis e L.S. Ozaki (brasileiro), a iniciarem o processo de clonagem (isolamento) dos genes codificadores das proteínas CS, ainda que a quantidade de esporozoítos obtidos de mosquitos infectados fosse muito limitada. A partir do ARN-m de esporozoítos do *P. knowlesi*, a dra. J. Ellis obteve o respectivo ADN complementar (ADN-c) e o introduziu em plasmídios (ADN circulares extracromossômicos) e estes últimos em bactérias. Ela verificou então que algumas das colônias bacterianas

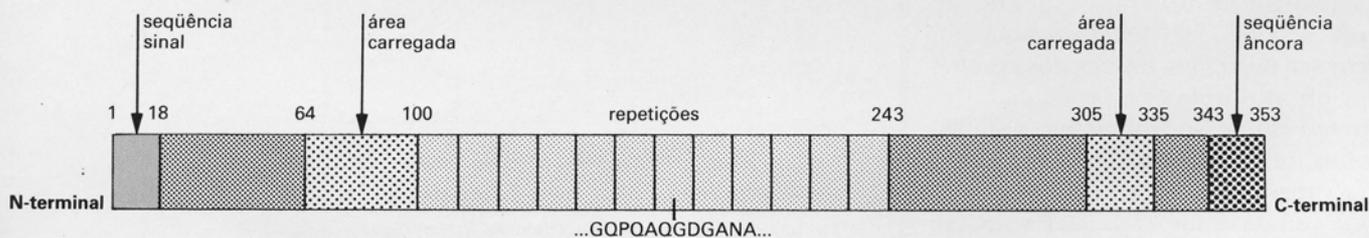
estavam produzindo uma parte da proteína CS de *P. knowlesi*, pois estas colônias eram reconhecidas pelos anticorpos monoclonais. Foi uma observação crucial, que levou à identificação do gene CS. Imediatamente após, e a partir da seqüência de nucleotídeos do ADN desse gene, identificou-se a seqüência correspondente de aminoácidos da proteína CS do *P. knowlesi*.

Em colaboração com os drs. V. Enea e D. Arnot, conseguimos também elucidar recentemente a seqüência de aminoácidos do antígeno CS de *P. falciparum*. Este último parasita é responsável por aproximadamente 60% dos casos da malária humana no mundo, sendo predominante também na Amazônia. Uma notável e especial característica das proteínas CS, prevista aliás por algumas observações imunológicas do dr. Zavala, é que elas contêm múltiplas subunidades repetidas de aminoácidos. Estas "repetições" ocupam cerca de 40% da molécula e sua composição é bastante distinta nas diversas proteínas CS. No caso de *P. falciparum*, as repetições são muito simples, consistindo de prolina-asparagina-alanina-asparagina, e aparecem seqüencialmente por volta de 40 vezes. A proteína CS de *P. knowlesi* contém 12 repetições de 12 aminoácidos (glicina-glutamina-prolina-glutami-

na-alanina-glutamina-glicina-ácido aspártico-glicina-alanina-asparagina-alanina).

Para confirmar que, de fato, essas seqüências de aminoácidos, deduzidas a partir do ADN, eram corretas, as subunidades de quatro ou 12 aminoácidos foram sintetizadas por métodos químicos. Verificamos com satisfação que os anticorpos monoclonais contra *P. falciparum* reagiam com as repetições de quatro aminoácidos sintéticos, enquanto os anticorpos monoclonais contra *P. knowlesi* reagiam com o peptídeo sintético de 12 aminoácidos. Estes anticorpos neutralizavam a infectividade dos esporozoítos correspondentes. Trata-se de um resultado importante, por várias razões. Em primeiro lugar, a estrutura de um antígeno protetor de um parasita nunca havia sido elucidada e sintetizada antes. Este achado contradiz a idéia predominante entre parasitologistas de que a imunidade contra estes organismos é demasiado complicada para ser estudada experimentalmente. Talvez mais importante na prática, fica fortalecida a idéia de que proteínas CS (e, particularmente, suas subunidades repetitivas) possam ser usadas como base de vacinas, uma vez que os anticorpos que reconhecem as repetições são capazes de prevenir a infecção malárica.

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PROTEÍNA CS DE *P. KNOWLESI*



A representação da proteína CS foi deduzida a partir da seqüência de nucleotídeos do gene correspondente. Cerca de 40% dos seus 353 aminoácidos consistem de repetições de 12 aminoácidos, alinhadas umas às outras. Nas extremidades da molécula há concentrações de aminoácidos hidrofóbicos, que provavelmente constituem seqüências sinal (N-terminal) e âncora (C-terminal).

Em ambos os lados das repetições existem áreas contendo grande número de aminoácidos carregados. Uma delas, situada próxima do N-terminal, é vizinha das repetições; a outra fica mais perto do C-terminal e se situa entre dois pares de resíduos de cisteína, que participam da formação de uma ligação (alça) intramolecular.

Os números, ordenados a partir do N-terminal, indicam a posição dos aminoácidos na seqüência, e estes são representados pelo seguinte código: A, alanina; D, ácido aspártico; Q, glutamina; N, asparagina; G, glicina; P, prolina.

O gene do *P. falciparum* possui uma estrutura muito semelhante, mas a repetição consiste de PNAN.

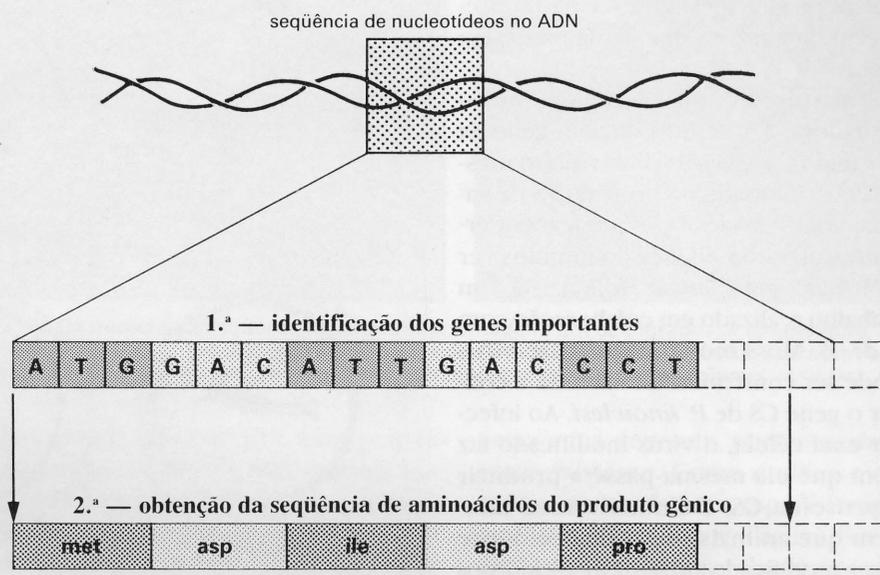
Como mostra o quadro à esquerda, a molécula CS possui uma estrutura interessante. Além das seqüências repetitivas, ela contém duas regiões com diversos aminoácidos carregados; uma seqüência "âncora", cuja função é inserir a proteína na membrana do parasita; e uma seqüência "sinal", que é removida da molécula durante o processamento intracelular. A função das regiões carregadas é desconhecida. Mas, em princípio, elas também poderiam ser o alvo da imunidade protetora, uma vez que dois cientistas chilenos (drs. Ulisses Vergara e Artur Ferreira) verificaram recentemente em nosso laboratório que elas estão expostas na superfície do parasita, sendo, portanto, acessíveis a moléculas de anticorpo e a células do sistema imune. Agora, é necessário esclarecer a função de cada uma das regiões da molécula CS, porque talvez uma delas seja vital para a sobrevivência do parasita no hospedeiro. É claro que é essa a região que deve ser atacada por uma vacina.

Por enquanto, só investigamos as propriedades imunizantes das regiões repetitivas. Em colaboração com os drs. J. Gysin e J. Barnwell, da NYU, foi possível demonstrar que camundongos e coelhos imunizados com a subunidade de 12 aminoácidos (dodecapeptídio) da proteína CS de *P. knowlesi* fabricam anticorpos que reagem com a membrana desses esporozoítos e produzem a reação CSP. Ademais, os esporozoítos perderam seu potencial infectante quando incubados com o soro desses coelhos. Se os tetrapeptídios sintéticos equivalentes da proteína CS da malária humana (*P. falciparum*) forem imunogênicos *in vivo*, há esperanças de que eles possam ser usados como vacinas.

Um problema com vacinas sintéticas, contudo, é que nenhuma delas foi usada no homem até aqui, faltando ainda desenvolver adjuvantes adequados, isto é, substâncias que aumentam sua imunogenicidade. Muitas vacinas para uso humano são misturadas com hidróxido de alumínio para que se tornem mais eficazes, mas ainda não se sabe se este adjuvante será adequado para vacinas sintéticas. Concentra-se hoje em dia um grande esforço de pesquisa nesta área, principalmente por parte da indústria farmacêutica, pois a solução desse problema é importante para o desenvolvimento de todas as vacinas sintéticas (ver "Vacinas sintéticas contra a malária").

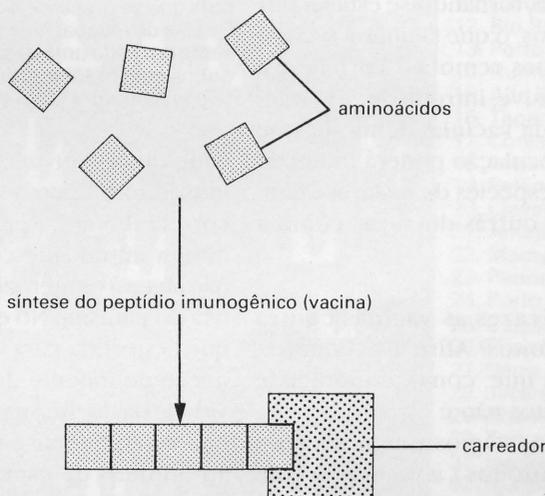
VACINAS SINTÉTICAS CONTRA A MALÁRIA

A produção de uma vacina sintética já pode ser visualizada, mas não concretizada, pois nem todos os problemas a ela relacionados estão resolvidos. Não há dúvida, porém, de que o resultado seria um produto muito puro, sem material estranho, em cuja fabricação pode-se, desde já, identificar quatro etapas:



3.ª — escolha da seqüência adequada de aminoácidos para a síntese. Esta seqüência deve estar na superfície da molécula, onde pode ser "alcançada" pelo sistema imune. Além disto, idealmente deveria representar uma área da molécula importante para a função do parasita, pois esta seria inibida pela ação dos anticorpos.

4.ª — síntese da vacina. É preciso ligar uma proteína carreadora ao peptídeo para torná-lo imunogênico, isto é, capaz de induzir no hospedeiro a produção de anticorpos protetores. Injetado sozinho, o pequeno peptídeo sintético é ineficaz.



Um segundo tipo de vacina contra a malária poderia ser obtido através de técnicas de engenharia genética que levassem à produção de grandes quantidades da molécula inteira da proteína CS em bactérias ou leveduras. A proteína purificada poderia ser administrada usando o hidróxido de alumínio como adjuvante. Em princípio, isto já está ao alcance da biologia molecular, mas, na prática, poderá demorar algum tempo, porque às vezes as bactérias não gostam de produzir grandes quantidades de certos produtos estranhos e não sobrevivem, por razões que ainda não estão claras.

Uma terceira possibilidade, muito tentadora, é a de introduzir o gene da proteína CS no vírus da vacínia, o mesmo que foi usado na preparação da vacina contra a varíola, e que levou a erradicação dessa doença do mundo (ver "Vacinas", em *Ciência Hoje* n.º 3). Um trabalho realizado em colaboração com o dr. B. Moss mostrou que esse vírus pode ser construído de maneira a conter o gene CS de *P. knowlesi*. Ao infectar uma célula, o vírus modificado faz com que ela mesma passe a produzir a proteína CS. Demonstramos também que animais vacinados com este vírus modificado produzem anticorpos que reagem com esporozoítos de *P. knowlesi*. Contudo, novos estudos são necessários para que se consiga construir um vírus capaz de induzir a produção de proteína CS em quantidades suficientes para imunizar o hospedeiro. Se isto for alcançado, as vantagens deste tipo de vacina serão enormes, particularmente para os países em desenvolvimento, pois ela poderá ser administrada através de uma simples escarificação na pele. Além disto, esta vacina poderá ser desidratada, tornando-se estável por longos períodos, o que facilitará seu envio para regiões remotas. Tornar-se-á possível, inclusive, introduzir vários genes no vírus da vacínia, de modo que uma única inoculação poderá imunizar contra várias espécies de malária e também algumas outras doenças, como a hepatite.

Serão eficazes as vacinas contra esporozoítos? Afirma-se com frequência que, como a imunidade aos esporozoítos não é capaz de proteger contra os estágios sanguíneos do parasita (merozoítos), a vacinação com antígenos de esporozoítos só seria válida se conduzisse a uma imunidade estéril, isto é, uma eliminação da totali-

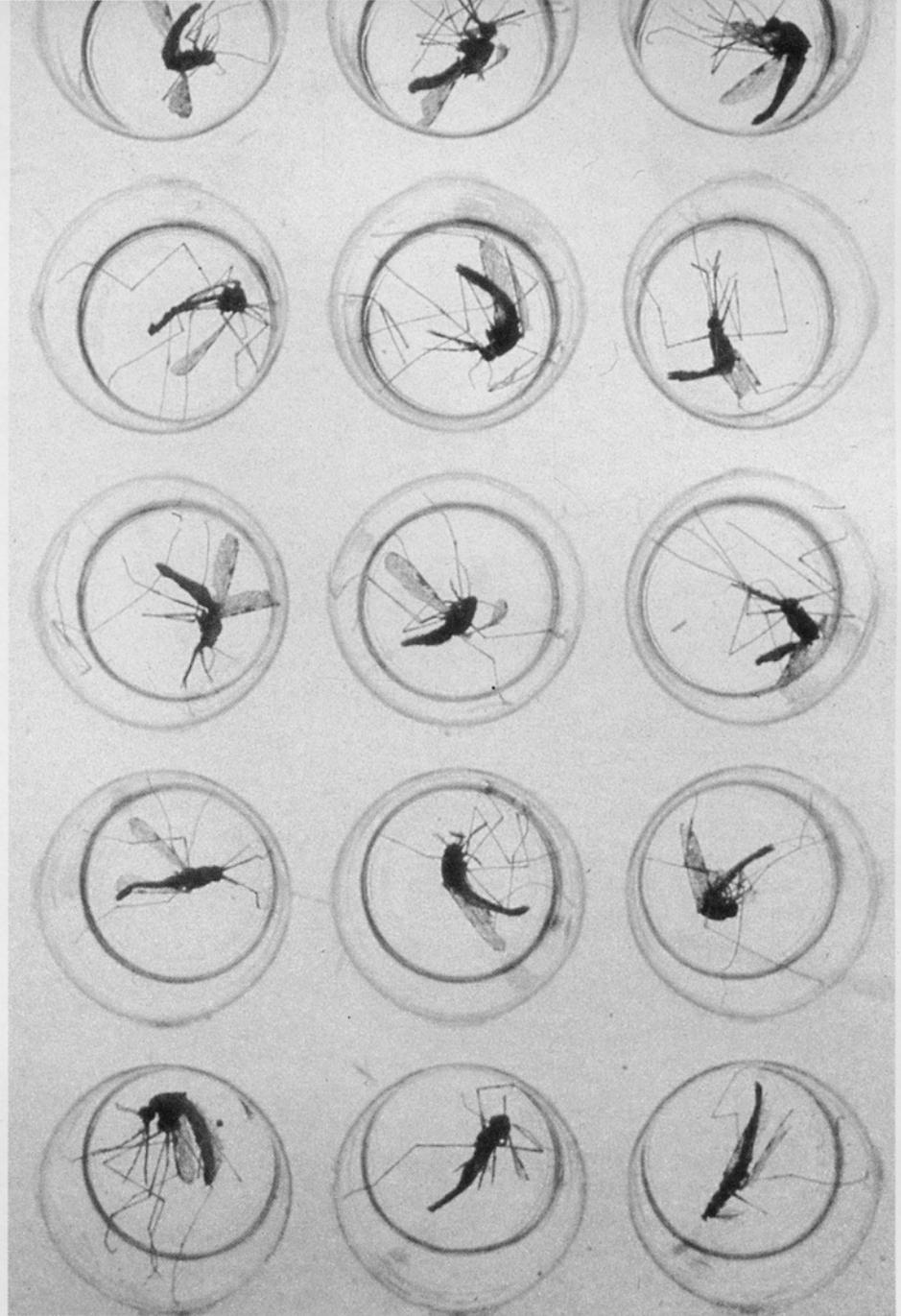


foto cedida pelos autores

Fig. 5. O ensaio desenvolvido pelo dr. Fidel Zavala no Centro Médico da NYU permite detectar mosquitos infectados com esporozoítos transmissores da malária. A foto mostra mosquitos *Anopheles* secos, colocados nas cavidades de uma microplaca de testes. Eles são esmagados e as placas, congeladas e descongeladas repetidas vezes. As cavidades são então esvaziadas para que se processe a adição de anticorpos monoclonais marcados com ^{125}I (iodo radioativo). Depois de incubação e lavagem apropriadas, mede-se a radioatividade (radiações gama) presente em cada uma das cavidades. O teste é sensível, rápido e pode detectar infecção em mosquitos que foram mortos e conservados secos durante muitos dias, permitindo que se complete o ensaio num laboratório central situado fora da área endêmica.

dade dos esporozoítos injetados pelos mosquitos. A nosso ver, essa idéia não é correta. É verdade que, como já dissemos, a imunidade contra esporozoítos não afetar os merozoítos da fase sanguínea do parasita. No entanto, uma vacina que contribua para uma substancial redução do inóculo deverá reduzir a gravidade da doença na fase sanguínea, que parece aumentar em proporção direta ao número de esporozoítos injetados pela picada do mosquito. Para os adultos residentes em áreas endêmicas e portadores de anticorpos antiesporo-

zoítos circulantes, esta vacina servirá para reforçar sua imunidade naturalmente adquirida.

Também alentadora é a observação de que a imunidade estéril (completa) foi de fato conseguida em modelos experimentais e em seres humanos vacinados com esporozoítos submetidos aos raios-X. Acreditamos que a eficácia da proteção dependerá do número de esporozoítos inoculados pelos mosquitos: quanto menor a dose de desafio, maior a eficácia da proteção. O tamanho do inóculo em condições naturais parece

variado de acordo com a área geográfica e com o vetor, mas na maior parte dos casos o número de esporozoítos presentes nas glândulas salivares dos mosquitos é baixo. Assim, temos esperanças de que uma vacina contendo somente antígenos de esporozoítos possa proteger parte da população exposta, garantindo ainda uma evolução mais branda da doença naqueles casos em que parte dos esporozoítos escapem. O ideal, porém, seria preparar uma vacina mista, contendo também antígenos da fase sanguínea. Vários investigadores, entre eles o dr. Pereira da Silva, do Instituto Pasteur de Paris, tentam solucionar esse outro aspecto do problema, e já obtiveram progressos consideráveis na identificação de certos antígenos protetores de merozoítos de *P. falciparum*.

Outra possível aplicação prática de nossas descobertas diz respeito ao uso de anticorpos monoclonais para identificar esporozoítos em mosquitos. A escolha de uma estratégia eficaz para o controle do mosquito transmissor em áreas endêmicas de malária depende da precisa determinação da proporção de insetos infectados e da identificação da principal espécie de vetor. No passado, esse trabalho exigia a laboriosa dissecação e o exame microscópico das glândulas salivares de cada mosquito, tarefa quase impossível em muitas regiões onde é baixa a proporção de anofelinos infectados. Outra séria limitação dessa metodologia é o fato de que os esporozoítos de todas as espécies de malária são morfológicamente indistinguíveis, o que torna impossível sua identificação ao microscópio.

O dr. Zavala, da NYU, criou recentemente um imunoensaio simples e rápido que não apenas detecta facilmente, mas também identifica a espécie dos esporozoítos em mosquitos. Como mostra a figura 5, os insetos são anestesiados e colocados em tubos de plástico. Com o esmagamento de suas cabeças e tórax, os esporozoítos são liberados das glândulas salivares e certa quantidade da proteína CS fica fortemente aderida ao plástico, mesmo após a lavagem dos tubos e remoção dos restos de mosquitos. Adicionam-se então aos tubos anticorpos monoclonais contra proteínas CS (por exemplo, de *P. falciparum*) marcados com iodo radioativo. Ao reagirem com a proteína no fundo do tubo, os anticorpos podem ser revelados com contadores de radioatividade. Essa prova consegue identificar em cada caso os mosquitos infectados e revelar a espé-

ESPECIALIDADES E INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS NA PESQUISA

Na pesquisa da vacina contra a malária baseada em antígenos de esporozoítos colaboraram várias equipes de parasitologistas, entomologistas, imunologistas, bioquímicos e químicos. O projeto teve a participação de estudantes graduados e de pós-graduação dos Estados Unidos, Brasil, Colômbia, Chile, Argentina, Nigéria e Tailândia, contando ainda com o apoio de várias instituições: a Universidade de Nova Iorque (NYU), o Instituto Nacional de Saúde (NIH) dos Estados Unidos, o Instituto de Pesquisas Biomédicas de Maryland, a Universidade de Bangkok (Tailândia), o Centro de Pesquisas Biomédicas de Gâmbia e o Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos.

A colaboração de parasitologistas e entomologistas foi necessária para obter no laboratório quantidades suficientes de esporozoítos a partir de mosquitos infectados. O trabalho foi desenvolvido inicialmente em modelos animais com *P. berghei* (de roedores) e *P. knowlesi* (de macacos), e só depois passou-se a lidar diretamente com *P. falciparum* e *P. vivax* (parasitas do homem). Os ciclos do *P. berghei*, do *P. falciparum* e do *P. vivax* foram mantidos na NYU e o de *P. knowlesi*, no NIH. No caso de *P. falciparum* foi necessário manter no laboratório culturas de formas sanguíneas para infectar os mosquitos. Como, porém, o rendimento de esporozoítos obtidos dessa maneira é baixo, muitas vezes mosquitos criados no laboratório foram infectados diretamente em doentes na Tailândia e transportados para os Estados Unidos. A manutenção desses diversos ciclos dos parasitas de malária é complicada, porque várias espécies de mosquitos devem ser criadas no laboratório, ao mesmo tempo que se mantém as infecções sanguíneas em roedores, macacos *rhesus* e macacos-de-cheiro (*saimiri*).

Técnicas modernas de biologia celular também foram usadas, o que demandou a colaboração de imunologistas (preparação de anticorpos monoclonais), bioquímicos (engenharia genética) e químicos de proteína (síntese de peptídios).

cie do esporozoíto, possuindo um grau de sensibilidade pelo menos igual à do exame microscópico. A infecção pode ser detectada em mosquitos que foram mortos com éter e conservados secos por vários meses, o que permite colher material em áreas endêmicas e fazer os ensaios em um laboratório central.

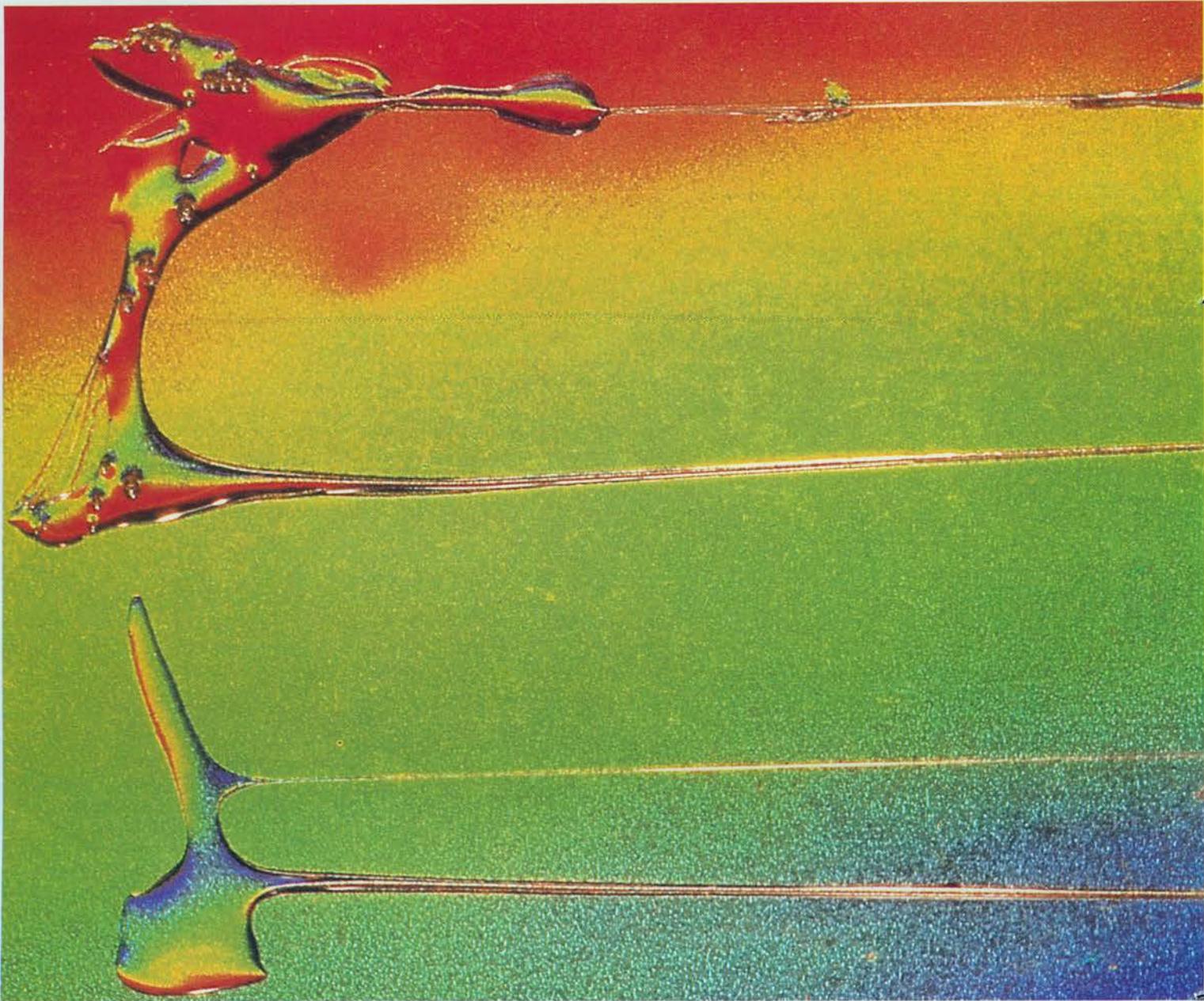
O teste de Zavala foi usado por uma equipe da NYU e do NIH em uma região endêmica de Gâmbia, e os resultados no campo confirmaram as observações laboratoriais. É possível que este estudo encontre aplicação mais ampla, pois parece viável usar metodologia semelhante para detectar outros parasitas, humanos ou animais, em extratos de vetores.

Trabalhando no sistema da malária, nós nos convencemos de que os parasitas, a despeito de sua aparente complexidade, não são invulneráveis ao ataque do sistema imunológico. Na condição de cientistas, nosso objetivo é entender sua biologia, encontrar seus pontos fracos e atacá-los em nível experimental. Recentes progressos ocorridos na biologia molecular, tais como o uso de anticorpos monoclonais e a metodologia do ADN recombinante, têm sido muito úteis nesta tarefa. Acreditamos que esforços combinados de parasitologistas, biólogos moleculares e químicos levarão, num futuro próximo, à produção de vacinas contra a malária e outras doenças do Terceiro Mundo.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- YOSHIDA N., NUSSENZWEIG R.S., POTOCNJAK P., AIKAWA M. e NUSSENZWEIG V. — "Hybridoma produces protective antibodies directed against the sporozoite stage of malaria parasite", *Science*, 207, 71, 1980.
- YOSHIDA N., POTOCNJAK P., NUSSENZWEIG V. e NUSSENZWEIG R.S. — "Biosynthesis of Pb44, the protective antigen of sporozoites of *Plasmodium berghei*", *J. Exp. Med.*, 154, 1225, 1981.
- ZAVALA F., GWADZ R.W., COLLINS F.H., NUSSENZWEIG R.S. e NUSSENZWEIG V. — "Monoclonal antibodies to circumsporozoite proteins identify the species of malaria parasite in infected mosquitoes", *Nature*, 299, 737, 1982.
- SANTORO F., COCHRANE A.H., NUSSENZWEIG V., NARDIN E.H., NUSSENZWEIG R.S., GWADZ R.W. e FERREIRA A. — "Structural similarities among the protective antigens of sporozoites from different species of malaria parasites", *J. Biol. Chem.*, 258, 3341, 1983.
- GODSON G.N., ELLIS J., SVET P., SCHLESINGER D.H. e NUSSENZWEIG V. — "Identification and chemical synthesis of a tandemly repeated immunogenic region of *Plasmodium knowlesi* circumsporozoite protein", *Nature*, 305, 29, 1983.
- ENEVA V., ELLIS J., ZAVALA F., ARNOT D.E., ASAVANICH A., MASUDA A., QUAKYI I. e NUSSENZWEIG R.S. — "DNA cloning of *Plasmodium falciparum* circumsporozoite gene: amino acid sequence of repetition epitope", *Science*, 225, 628, 1984.



No futuro, as imagens do nosso cotidiano serão registradas e reproduzidas em três dimensões, graças a um domínio aperfeiçoado dos efeitos ópticos. Do grego *holos* (todo) e *graphos* (registro) surgiu o nome da técnica destinada a realizar a domesticação da luz

Em minha adolescência, fiquei muito impressionado com a leitura de uma cena fantástica, descrita em um livro cujo título não me recordo, de uma velha esquimó “que guardava a luz em caixas nos longos dias de verão para poder obtê-la novamente no inverno”. Muitos anos depois revivi com surpresa a mesma emoção, pois é quase isso o que a holografia consegue fazer, “congelando” a luz de um objeto em um plano, de modo a reproduzir depois, no espaço, uma imagem perfeita e tridimensional que se situa na fronteira exata entre a fantasia e a mais pura reali-

dade palpável. É um desafio aos sentidos e à imaginação: a perfeição do processo pode ser tanta que um observador não saberia dizer se vê um objeto ou apenas a sua reconstrução luminosa.

A imagem pode aparecer atrás ou na frente da placa holográfica, saindo dela como um fantasma e criando uma das mais fantásticas sensações visuais do nosso tempo. Mudando o ângulo de observação do holograma, vemos novas facetas antes ocultas ao campo de visão anterior, tal como acontece quando contornamos uma coisa qualquer: a holografia de um rosto, por exemplo, pode

CONGELADA

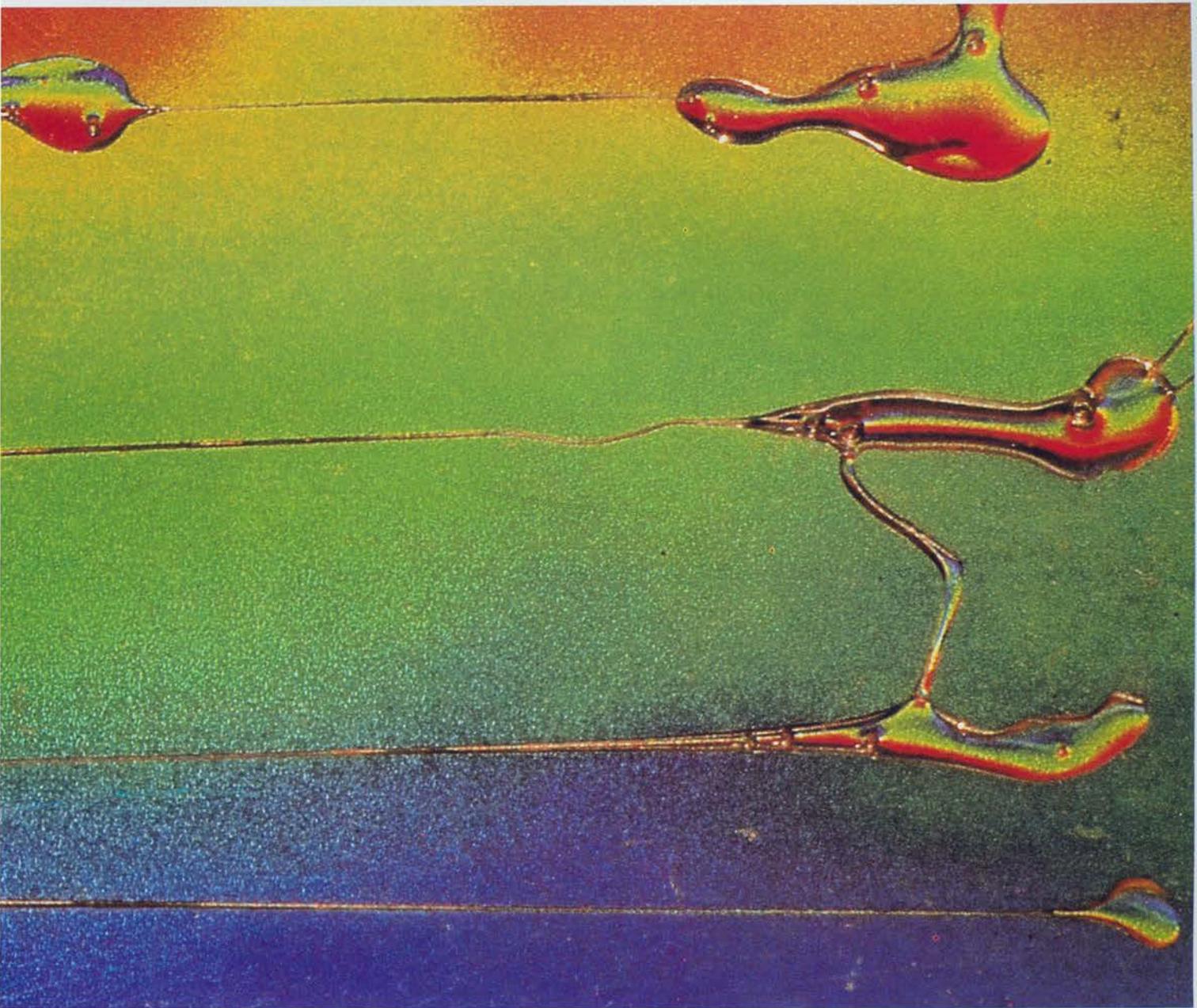


foto Mário Belloni Junior

nos dar uma visão de frente ou dos sucessivos perfis, conforme nos posicionamos diante dela (figura 1). Além disto, trata-se de uma imagem fantasmagórica, pois aparece somente quando iluminada no ângulo certo, permitindo fazer com que cenas diferentes apareçam e desapareçam no mesmo lugar através de um simples jogo de luzes.

Não é magia — embora pareça — mas uma técnica ainda incipiente, detentora de grande fascínio e crescente interesse, e capaz de propiciar um imenso salto à frente na antiquíssima busca pelo homem da reprodução de imagens perfei-

tas. Não podemos sequer imaginar hoje em dia todas as suas implicações para o desenvolvimento futuro da ciência e da arte. Algumas aplicações iniciais, ainda bastante limitadas, já foram mostradas ao público brasileiro: Dieter Jung apresentou no Museu de Arte de São Paulo, em 1974 e em 1984, poemas escritos com letras que flutuavam no ar. Na biennial de São Paulo de 1979, Setsuko Ishii mostrou mãos que quebravam um ovo cuja gema, “congelada”, não saía da casca. Eu mesmo pude mostrar, em reuniões da SBPC, uma interessante animação artificial produzida por uma lâm-

pada móvel que ilumina um holograma: a própria imagem gira, oferecendo ao observador todas as suas perspectivas.

Imagens tridimensionais coloridas e em tamanho natural de esculturas, peças de museu e pessoas têm sido reproduzidas em todo o mundo, causando sempre impressões impactantes e perturbadoras sobre o público, levado a experimentar um choque de informações: nossos sentidos acreditam na presença real daquilo que os olhos vêem, confundindo a leitura feita pelo cérebro. Afinal, o que é aquilo? De que mundo faz parte?

A holografia começou a nascer em 1948, quando o húngaro Dennis Gabor (prêmio Nobel de física em 1971) publicou a descrição de um novo princípio óptico que combinava com perfeição surpreendente os fenômenos da interferência e da difração na reconstrução de ondas. O trabalho foi motivado pela procura de uma solução às limitações impostas pelo uso de lentes na microscopia eletrônica e não obteve êxito para seu propósito original, permanecendo pouco desenvolvido e sem aplicação prática durante muitos anos, fato relativamente comum na história das ciências.

Gabor dividiu um feixe de luz de mercúrio em duas partes, fazendo uma delas (chamada "feixe de referência") incidir diretamente sobre a superfície de registro, formada por uma placa fotográfica de alta resolução. A outra parte do feixe original foi orientada para iluminar um objeto e só então dirigir-se para a mesma superfície de registro, sob a forma de um "feixe objeto". Assim, o filme fixou o registro da interferência entre os dois feixes, imprimindo, em condições de grande rigidez mecânica e estabilidade térmica, um complexo código microscópico que aparentemente não formava imagem alguma.

A descoberta fantástica de Gabor foi a de que a iluminação posterior deste filme por um feixe dotado de características semelhantes ao feixe de referência, desde que feita com um ângulo correto de incidência, é capaz de reproduzir todas as características (inclusive a intensidade e a fase) do feixe objeto original, formando uma imagem virtual capaz de reconstruir com absoluta perfeição o objeto holografado (ver "Princípio e prática da holografia"). Como cada posição do filme (em relação ao observador) reproduz um ângulo específico de incidência, nossos dois olhos recebem a mesma cena a partir de perspectivas algo diferentes, enviando assim ao cérebro o mesmo tipo de imagem oferecida a cada momento pelos objetos reais. A leitura, portanto, é tridimensional. Como se sabe, para obter normalmente a sensação de profundidade, nosso cérebro analisa o tamanho relativo dos objetos, reconhece formas já classificadas pela experiência prévia e registra a rapidez de sua variação, mas a informação mais precisa a esse respeito provém do fato de possuímos dois olhos que captam paralelamente, com nuances diferenciadas, uma mesma situação, característica dos animais mais desenvolvidos.

De todas as técnicas anaglíficas (que oferecem, numa lâmina, a ilusão de profundidade), a holografia é a única que permite mostrar de maneira natural e perfeitamente contínua todas as perspectivas da imagem registrada. Gabor demonstrou pela primeira vez seu princípio óptico através da construção de um holograma de uma cena plana (um diapositivo com os nomes de Young, Huygens e Fresnel, precursores da chamada "óptica ondulatória") iluminada por uma lâmpada de mercúrio, de onde uma linha espectral era filtrada e concentrada num pequeno furo. Mas a imagem pioneira obtida por ele era de má qualidade em virtude da ausência, na época, de fontes luminosas adequadas para fornecer raios perfeitamente monocromáticos e coerentes, sem os quais a profundidade da imagem fica seriamente prejudicada porque a interferência entre os feixes torna-se muito problemática ou mesmo impossível. Por isto, aliás, é que sua invenção até hoje não se presta à aplicação na microscopia eletrônica, pois a baixa coerência das fontes de elétrons impede a formação de uma radiação dotada das características essenciais à realização da interferência entre diferentes feixes.



Fotos Mario Belloni Júnior



Fig. 1. Acima, o prof. Lunazzi segura a placa holográfica no momento em que ela era iluminada com o laser. Atrás dela, forma-se a imagem, reproduzida abaixo, do próprio autor do holograma, John Webster, lendo um jornal. Note-se que um pequeno movimento lateral da câmera fotográfica provocou uma mudança no perfil da pessoa holografada, exatamente como ocorreria se ela mesma estivesse presente.

PRINCÍPIO E PRÁTICA DA HOLOGRAFIA

As propriedades de interferência entre ondas luminosas são aproveitadas na holografia para o registro direto (o "congelamento") da luz recebida por um plano, onde está situado o filme fotográfico de alta resolução, dotado de 3.000 linhas por milímetro (os filmes comuns resolvem, no máximo, cem linhas/milímetro). O processo se baseia na gravação de uma grade de interferência no filme através da incidência simultânea de dois feixes de raios *laser* (figura 2 a), o que permite a reconstrução posterior de um deles a partir da iluminação, com o outro, do filme revelado (figura 2 b). Na tomada de um holograma, um dos feixes foi dirigido antes ao objeto que se deseja reproduzir, gerando, no filme, uma interferência mais complexa, que constitui um código microscópico capaz de guardar, inclusive, a informação da direção de incidência da luz (figura 3 a).

Não havendo lentes focalizadoras (mas apenas expansoras dos feixes), nada perturba o processo natural de propagação

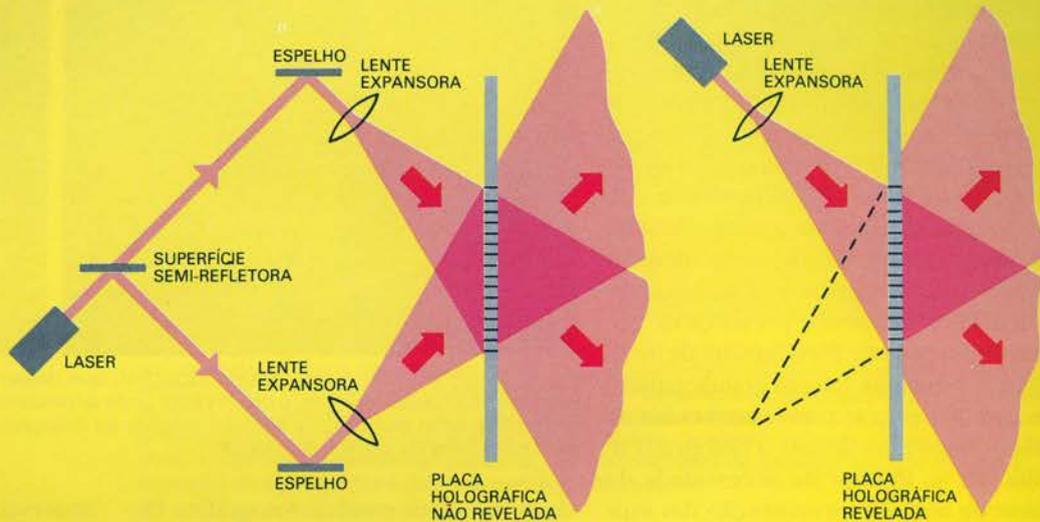


Figura 2a

Figura 2b

da luz. Após o processamento fotográfico, o filme volta a ser iluminado com um dos feixes, devolvendo uma imagem virtual que reconstitui a imagem do objeto (figura 3 b). Sendo obtidos a partir de uma única fonte monocromática, os hologramas convencionais só possuem cores artificiais. No entanto, a reprodução de cores por tricromia (isto é, combinação das três cores básicas) vem

progredindo tecnologicamente a cada ano, com a utilização de um *laser* de hélio-neônio (que emite em vermelho) e outro de argônio (que emite em verde e azul).

Por meio de outras técnicas holográficas secundárias, podemos conseguir que a reconstituição seja feita por meio de luz branca comum, bem como obter uma montagem de cenas consecutivas, que resulta em

animação. Nos casos mais simples, os objetos só podem ser corpos perfeitamente rígidos e estáticos, limitação que pode ser superada através do uso de *lasers* pulsados, de alta potência, que permitem "congelar" o movimento num holograma ultra-rápido, ou então por meio da composição de muitas fotografias comuns num mesmo holograma, o que leva à recuperação da tridimensionalidade.

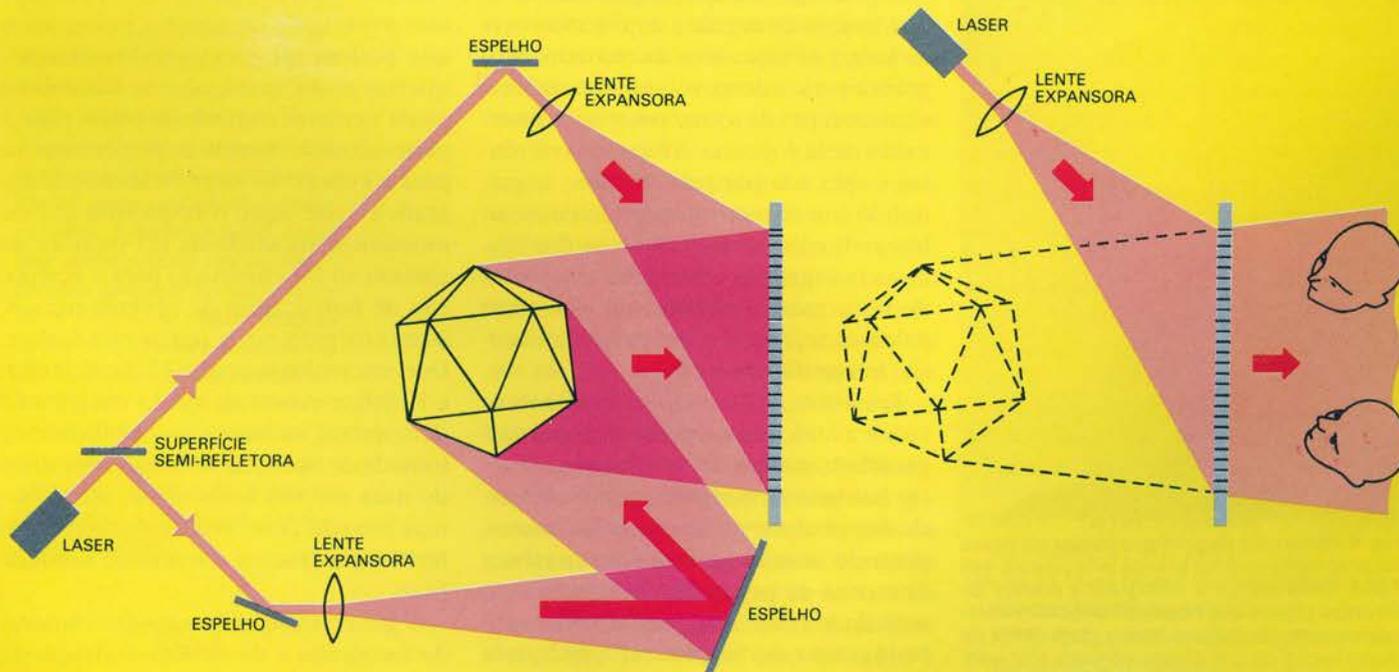


Figura 3a

Figura 3b

Mas apesar deste “fracasso” prático, Gabor descobriu um princípio teórico que, segundo suas próprias palavras, podia “ser aplicado em todos os casos em que se dispõe de radiação monocromática coerente e de suficiente intensidade para produzir figuras de difração com um fundo coerente suficientemente forte”. Por isto, foi necessário esperar o advento do *laser* para que a holografia começasse a desenvolver seu imenso potencial. Em 1962, a utilização dessa nova fonte de radiação permitiu a E. Leith e Y. Upatnieks a criação de uma técnica para a reprodução de imagens de quaisquer objetos tridimensionais, eliminando também a presença de ondas indesejáveis, formadoras de imagens secundárias. Foi um grande passo à frente. Mas para se tornar conhecida de um público mais amplo, a holografia tinha que se libertar da necessidade do *laser* na hora da reconstrução das imagens, o que foi conseguido dois anos mais tarde por N. Dennisyuk através de uma técnica semelhante à usada por Lippman para a produção da primeira fotografia a cores do mundo, apresentada na Feira Mundial de Paris em 1891.

Lippman já usara o princípio da interferência, espelhando a parte de trás de um filme fotográfico comum, de modo que, ao fazer a foto, a luz se refletia no fundo do filme e interferia com a que estava chegando logo depois, criando uma grade de sulcos microscópicos ao longo

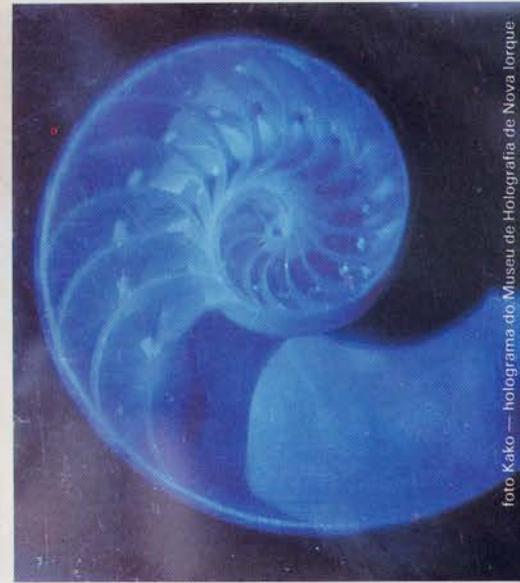


Fig. 5. Fotografia de um holograma espectral, que dispersa a luz branca e oferece imagens monocromatizadas. Por isto, o observador pode acompanhar as mudanças de cores do espectro modificando sua própria posição relativa ao holograma, que apresenta cores diferentes para cada fatia do espaço horizontal.

da espessura da emulsão fotográfica. Depois de revelado, o filme apresentava à primeira vista uma foto convencional, mas a reflexão luminosa era marcada pelo sincronismo da estrutura de sulcos gravada no filme, fazendo com que só aparecesse de volta a luz cujo comprimento de onda (λ , portanto, cuja cor) correspondesse ou, pelo menos, guardasse uma relação com o do raio original.

O princípio de Lippman não foi levado adiante nas fotografias modernas, porque não apresentava uma reprodução perfeita e era pouco prático. Foi a holografia que recuperou sua idéia, com a utilização do registro de interferência ao longo da espessura da emulsão fotográfica para o desenvolvimento de uma técnica capaz de tornar possível a observação de holograma, o feixe de referência é aplicado por trás do filme, imprimindo um registro de interferência ao longo da espessura da emulsão. Por isto, estes hologramas podem ser chamados de “espessos”, embora sua espessura palpável seja igual à de qualquer emulsão fotográfica normal.

Em 1968, S. Benton criou uma nova técnica onde um primeiro holograma é projetado através de uma fenda num outro holograma, que ganha a propriedade de dispersar verticalmente a luz branca, gerando uma imagem monocromática às custas da perda de perspectiva no sentido vertical. Podemos chamar este holograma de “espectral”, porque a imagem toma as cores do espectro conforme a altura do observador se modifica. Assim, em cada posição vertical o

observador vê uma cor de cada vez, pois recebe apenas uma fração da luz branca, monocromatizada por causa da dispersão. Ao contrário do holograma espesso, que isola uma fatia da luz branca e preenche com ela todo o espaço visual, o espectral aproveita toda a luz branca mas oferece uma cor diferente para cada fatia do espaço horizontal, sendo, por isso, mais brilhante (ver figuras 4 e 5).

A técnica espectral permitiu inclusive a montagem de breves cenas tridimensionais animadas e a reprodução holográfica em plástico em larga escala, mas é preciso que se evite algumas especulações muito comuns: embora já existam protótipos de cinema holográfico que podem ser apresentados para pequenas audiências, não se descobriu ainda nenhum caminho técnico para a generalização destas experiências ou para a criação de uma “televisão holográfica”. Até aqui, o requerimento de monocromaticidade da luz na hora da tomada só foi eliminado para a realização de hologramas de objetos planos, como os primeiros feitos por Gabor. Dois exemplos recentes (E. Leith, 1981, e Heiniger e outros, 1981) chegaram a demonstrar inclusive a possibilidade de tomada de hologramas planos por meio de uma simples lâmpada de filamento, mas isto não contorna os obstáculos referidos ao cinema e televisão holográficos.

A generalização do uso das câmeras de fotografia e de filmagem desenvolveu em todos nós uma tendência natural à associação entre o registro de imagens e o uso de lentes. Mas essa rela-



Fig. 4. Fotografia do primeiro holograma para reconstrução com luz branca feito no país, em 1983. Uma imagem holográfica possui diferentes planos que nosso olho focaliza alternadamente, da mesma forma como o faz na observação de um objeto comum. Por isso, na fotografia de uma holografia a objetiva da câmera também focaliza seletivamente os objetos, aparecendo uma perda de nitidez em alguns deles.

ção não é absolutamente necessária. Existem diferentes instrumentos e técnicas de registro que não usam lentes, e, hoje em dia, podemos afirmar inclusive que a holografia parece ser a técnica destinada a eliminar da nossa vida cotidiana, no futuro, as lentes formadoras de imagens. Os registros tridimensionais obtidos por meio da holografia dispensam a necessidade de focalização, o que, aliás, não chega a representar uma novidade, pois são diversas as possibilidades de formação de imagens, isto é, de um campo luminoso proporcional na intensidade e nas relações geométricas ao campo oriundo de um objeto qualquer. Esta definição não envolve os instrumentos ópticos em si mesmos, admitindo a existência de diferentes formas de intervenção sobre a trajetória dos raios luminosos.

A *absorção* pura e simples da luz já altera seu caminho original, podendo formar uma espécie de imagem, a sombra. A *reflexão* da luz numa superfície muda a direção dos raios e forma a imagem típica dos espelhos. Uma terceira possibilidade, bastante conhecida e presente na ação das lentes, é a *refração*, que ocorre quando a luz altera seu caminho original por causa da diferença de meios em que se propaga; por isso, o fundo de uma piscina parece sempre fora de seu lugar real quando o observamos de fora para dentro d'água.

A *difração* ocorre quando a luz encontra obstáculos micrométricos, que estão próximos ao valor de seu próprio comprimento de onda e que também alteram sua direção. A produção ordenada, numa grade, de um conjunto de riscos destas dimensões permite que se controle o espalhamento subsequente dos raios. Gerando, por meios ópticos, uma figura de interferência simples, podemos fabricar grades de difração de grande perfeição e resolução, que hoje já competem com as de fabricação mecânica.

Quando as dimensões do obstáculo são realmente próximas do comprimento da onda luminosa, o espalhamento destas abrange um ângulo apreciável. Por outro lado, a existência de uma periodicidade na distribuição dos obstáculos (grade de difração) permite o acoplamento construtivo das ondas, fazendo com que parte delas seja desviada numa direção determinada pelo seu comprimento de onda, o que, no caso da luz, resulta numa distribuição espectral semelhante àquela que é obtida, por refração, num prisma (figura 6).

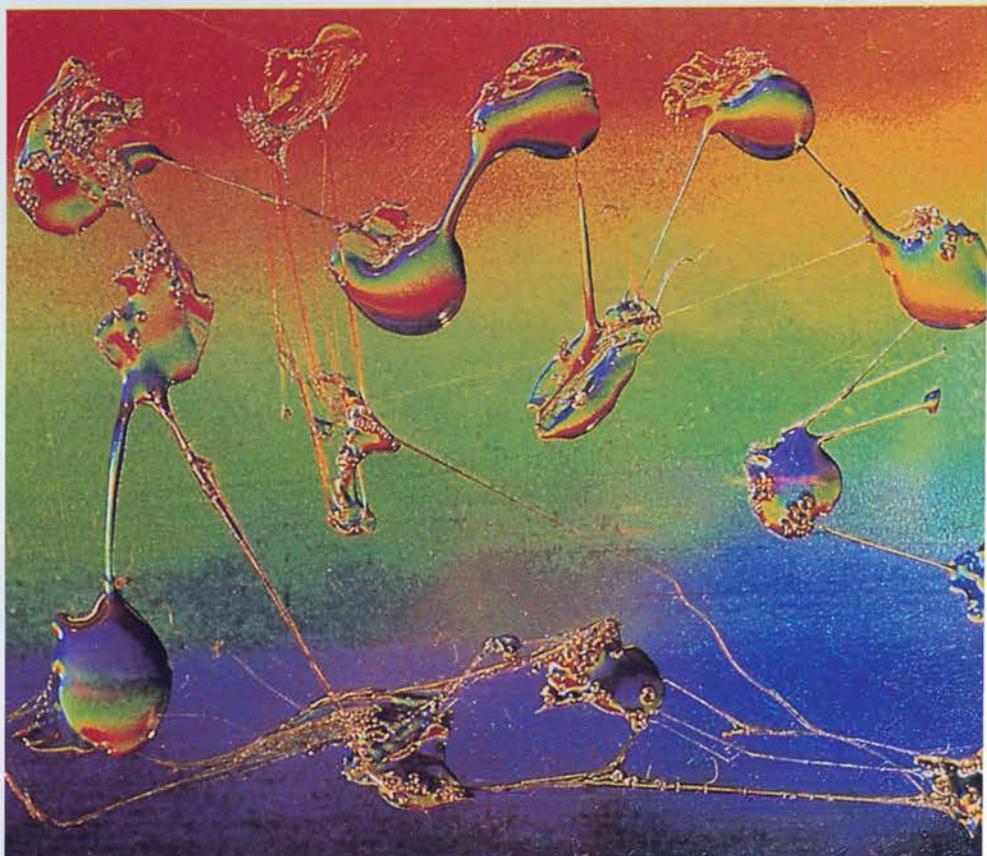
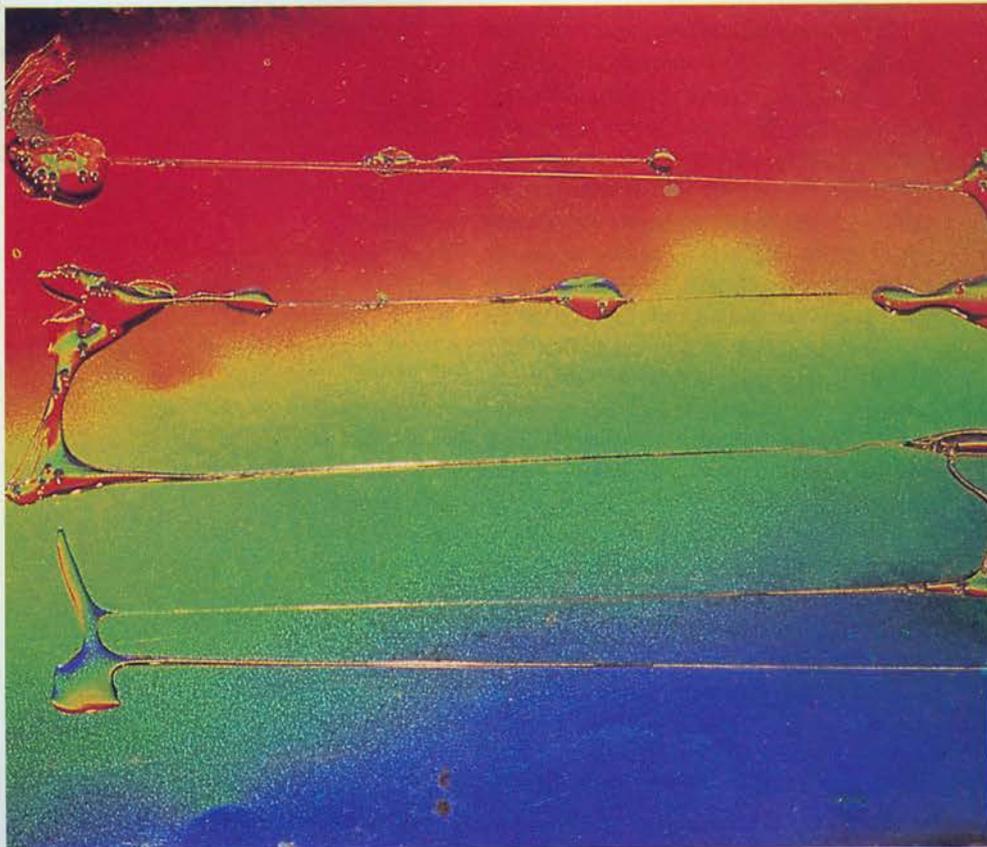


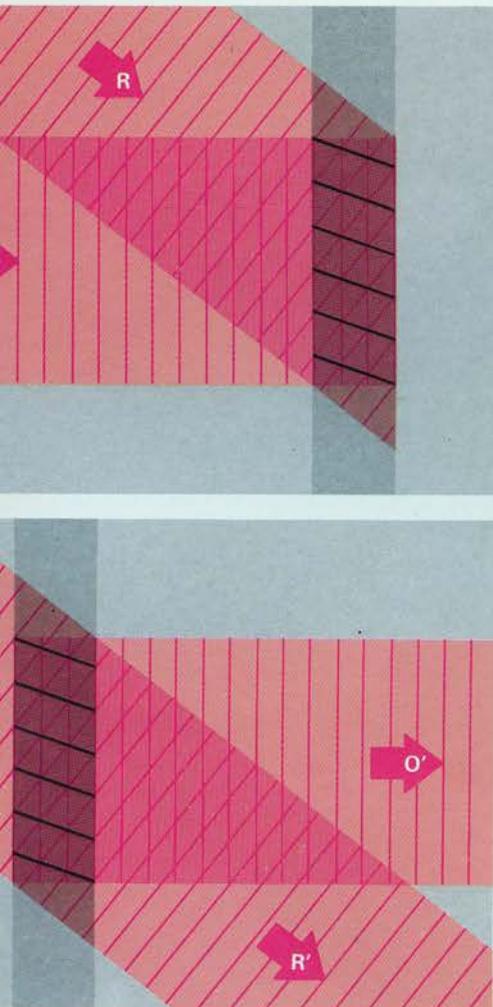
Fig. 6. As grades de difração gravadas por interferência luminosa são chamadas holográficas, sendo formadas por conjuntos de traços micrométricos e equidistantes entre si. Cada milímetro abriga cerca de 1.500 destes traços, que não podem ser obtidos por meios mecânicos. A interferência luminosa registra figuras muito mais perfeitas, que devolvem cores mais puras do que o prisma, pois consegue o máximo efeito de separação possível entre os diferentes comprimentos de onda.

As fotos foram obtidas a partir de um foco comum de luminária, difratado por grades holográficas. Acima, aparece o espectro do vermelho para o azul, sob a forma de camadas horizontais superpostas. As aplicações horizontais, de caráter meramente artístico, simbolizam o fato de que a microestrutura desta grade é composta de linhas também dispostas nesta direção. No outro caso, a aplicação tomou a forma simbólica de rede.

Agora podemos entender melhor o princípio holográfico: quando o feixe de referência é lançado contra o holograma na hora da reconstrução da imagem, parte dele se propaga normalmente e não forma imagem alguma, e parte é difratada, orientando-se para formar uma imagem virtual no espaço, atrás ou na frente do holograma. A interferência original entre os feixes de referência e objeto é que grava no filme a grade de difração, que constitui um código microscópico que controla a difração da luz e sua distribuição no espaço, de modo a reconstituir a imagem original. Isso é possível porque a posição das linhas microscópicas de um holograma reproduz exatamente a posição relativa dos máximos da interferência das ondas que o construíram. Assim, quando ele é atingido por uma delas (no caso, um feixe com as mesmas características do fei-

Fig. 7. O registro holográfico do feixe objeto O é obtido através da interferência com o feixe de referência R .

Na reconstrução da imagem, a onda R (ou outra de mesmas características) volta a incidir sobre o filme, desta vez sozinha, gerando, por difração, as ondas R' e O' , réplicas exatas das originais. A onda O' formará no espaço a imagem virtual do objeto holografado.



xe de referência), consegue reproduzir a outra também (figura 7).

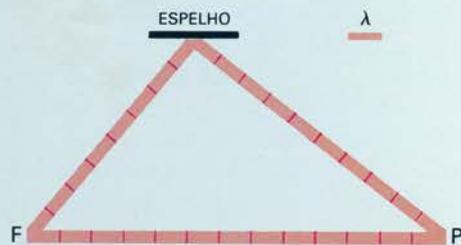
Podemos então dar uma definição mais técnica da holografia: ela é o registro de uma figura de interferência utilizada para orientar as ondas luminosas por difração e reconstruir a imagem do objeto na hora da tomada, sem que este último participe da reconstrução das ondas que emitiu.

Assim, fica claro que as lentes não são imprescindíveis à reprodução da imagem e, na verdade, no caso da holografia, acabam limitando a transmissão da informação luminosa, sendo usadas apenas no papel secundário de abrir os feixes que formarão a interferência. Gabor conseguiu que a luz gravasse diretamente no filme seu próprio código, ou "impressão digital", inaugurando uma óptica mais do que nunca relacionada ao estudo das suas fontes e seus princípios físicos.

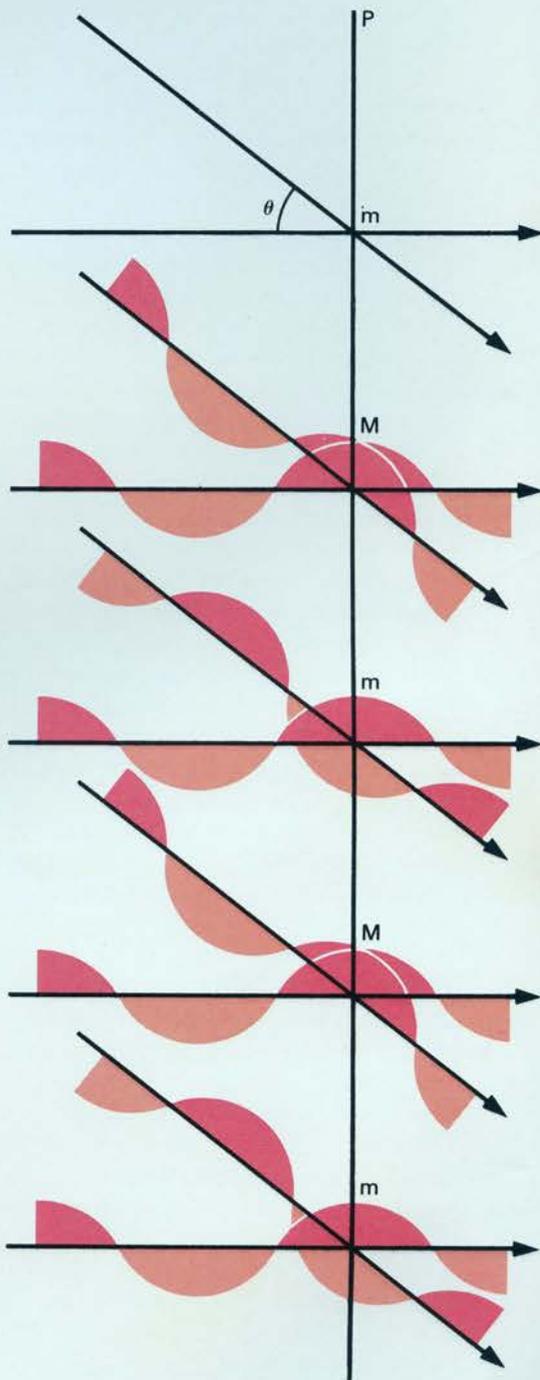
Mas a diferença entre os princípios da fotografia e da holografia não pára aí. Na primeira, a luz oriunda de um objeto é focalizada pela lente e reproduzida nas vizinhanças do filme, que registra então a distribuição e a intensidade dos raios. Ora, esta informação é incompleta, porque a luz incide em cada ponto do filme com diferentes ângulos, não registrados na tomada fotográfica. Por isso, ela oferece uma única perspectiva, seja qual for a posição do observador; chegando de frente ou de lado, o raio de luz imprime um único ponto. O código holográfico é capaz de gravar também a informação relativa às direções de chegada dos raios luminosos, obtendo assim o registro de diferentes perspectivas.

Para entender como isso é possível, temos que conhecer um pouco mais sobre o princípio de interferência. As ondas de uma fonte F que chegam a um ponto P percorrendo dois caminhos diferentes se reforçam quando a diferença de percurso é igual a um múltiplo inteiro do comprimento de onda, dando origem à chamada interferência construtiva, mostrada na figura 8. Quando a diferença de percurso dividida pelo comprimento de onda resulta em um número semi-inteiro, temos o caso de ações opostas (interferência destrutiva), que podem inclusive se neutralizar mutuamente no caso de ambas possuírem a mesma amplitude. O resultado é então surpreendente: luz + luz = escuridão!, obtida sob a forma de franjas escuras (ver "O princípio da interferência e o uso do laser").

Fig. 8. A diferença de percurso entre os dois feixes, medida em unidades de comprimento de onda, é o parâmetro fundamental para o aparecimento do fenômeno da interferência.



Exemplos de interferência por duas ondas planas: interferência construtiva em M (responsável pelas franjas brilhantes); interferência destrutiva em m (responsável pelas franjas escuras).



O PRINCÍPIO DA INTERFERÊNCIA E O USO DO LASER

O fenômeno da *interferência luminosa* constitui a base do processo holográfico. Quando dois feixes de luz pura (monocromática e coerente) são superpostos geram-se figuras compostas de franjas, algumas escuras, outras brilhantes. Estas figuras de interferência possuem uma estrutura dada pela diferença do caminho percorrido pelos dois feixes desde sua origem até o ponto de observação. Segundo a maneira como ambas se encontram neste último, teremos uma soma construtiva (franja brilhante) ou destrutiva (franja escura).

Fica claro, portanto, que a possibilidade de criar interferência de raios luminosos é limitada, pois é necessário que o comprimento de onda seja único, isto é, que se trabalhe com luz estritamente monocromática. Havendo a presença de valores próximos (o que ocorre quando se utiliza luz quase monocromática, obtida nas lâmpadas de descarga gasosa) a inter-

ferência só acontece se a diferença de percurso entre os dois feixes não ultrapassar o valor-limite característico de um intervalo, chamado de *comprimento de coerência temporal* que, para a emissão da maioria dos gases, filtrando uma única linha espectral, vale alguns centímetros. Se a fonte não é bem pequena, as figuras de interferência obtidas a partir de seus diferentes pontos se superpõem umas às outras, limitando ainda mais o valor permitido como diferença de caminho, o que resulta no chamado *comprimento de coerência espacial*.

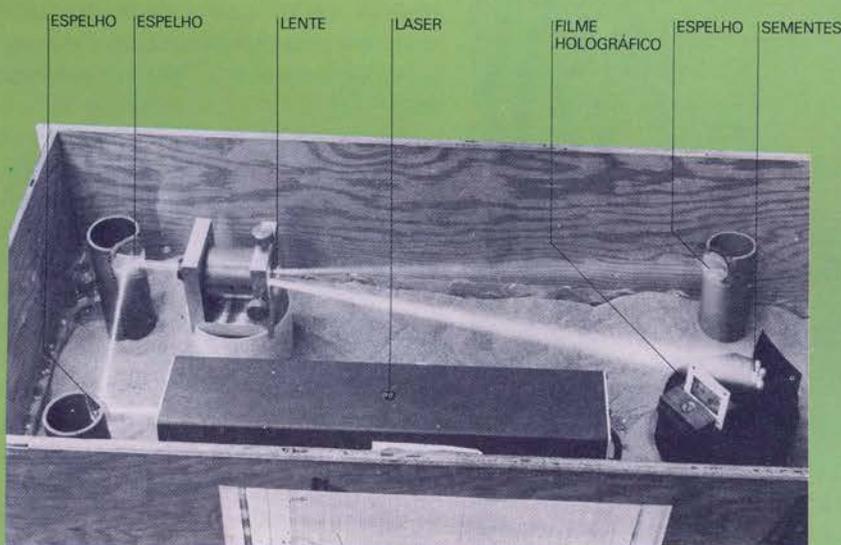
Assim, a possibilidade de se obter interferência com uma fonte dada depende de seu comprimento de coerência, que caracteriza sua monocromaticidade e suas dimensões. Daí a importância do *laser* (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), cujo princípio é o da emissão coordenada (estimulada) de fótons pelos átomos ou moléculas de

uma determinada substância. Ao contrário da situação normal, em que cada molécula emite fótons por si própria, todas as moléculas de um sistema *laser* são estimuladas a emitir sincronizadamente e na mesma frequência, agindo como se fossem uma única molécula produtora de uma onda de grande intensidade, monocromática e coerente, com máximos e mínimos bem definidos.

O efeito *laser* pode ser criado a partir de vários materiais, sólidos (como materiais semicondutores), líquidos (como a própria água, que emite em infravermelho) ou gasosos (como o dióxido de carbono, o nitrogênio ou o hélio-neônio, o tipo mais barato de todos), e pode ser excitado por meio de uma corrente elétrica, luzes ou reações químicas. Na maioria dos casos, o efeito *laser* é acentuado pela colocação de dois espelhos nos extremos do tubo. As passagens múltiplas da luz entre estes espelhos alimentam o processo

de amplificação da radiação. Os *lasers* gasosos são a fonte dotada de maior coerência e permitem obter interferência através de percursos muito diferentes (desde centímetros até quilômetros), fator essencial ao desenvolvimento da holografia. Com a luz branca, a interferência só é observável em situações especiais, nas quais há uma reflexão em "filmes" de espessura micrométrica, como bolhas de sabão, manchas de gasolina sobre a água e algumas conchas e insetos (que mudam de cor conforme a posição do observador).

Fonte essencial ao desenvolvimento da holografia, o *laser* é também, paradoxalmente, o principal obstáculo à sua generalização, devido ao custo e à complexidade técnica de sua operação. No dia em que essa técnica puder libertar-se dele, seu potencial revolucionário poderá aflorar completamente.



fotos cedidas pelo autor

Fig. 9. Um equipamento simples, montado na Unicamp, permite construir hologramas de pequenas dimensões. Na foto à esquerda, um pequeno *laser* de hélio-neônio, com emissão de 0,5 — 2mW de potência luminosa, produz um feixe que é dividido por meio de um espelho. Os dois feixes assim obtidos são expandidos por uma lente e, após novas reflexões, o menos intenso dentre eles ilumina diretamente o filme (colocado numa moldura de diapositivos) enquanto o outro ilumina o objeto (no caso, algumas sementes de feijão) e só então se dirige ao filme.

Os elementos estão montados em tubos plásticos numa caixa de areia montada sobre câmeras de pneus. O holograma pode ser obtido em filmes com um poder de resolução de 1.500 a 3.000 linhas por milímetro e sensibilidade de 2,0 a 0,02 ASA, através de uma exposição de 20 a 300 segundos de duração.

Hologramas de exposição múltipla permitem estudar os efeitos da mudança de umidade nas sementes, observando-se efeitos característicos de regiões particulares da superfície. A fotografia à direita, tomada do holograma acima apresentado, mostra a diferença morfológica resultante.

O holograma é capaz de registrar a inclinação relativa das ondas porque a mudança geométrica dos percursos gera no plano de observação uma estrutura de franjas cuja largura é inversamente proporcional ao ângulo existente entre as ondas que interferem. No caso de ondas luminosas, a figura resulta invisível a olho nu para ângulos maiores do que $0,3^\circ$. No caso de ângulos de 30° , a distância entre as franjas é de apenas um micron, ou seja, a milésima parte do milímetro. A figura pode resultar completamente alterada pelo efeito de qualquer vibração ou dilatação cuja amplitude corresponda a somente uma fração do comprimento de onda, isto é, seja menor do que um micron.

Por causa da forma específica de representação de cada ponto irradiante no holograma, mostrada na figura 10, cada ponto do filme registra informações oriundas não de um raio só, mas de uma infinidade deles, podendo depois devolvê-las ao observador, que "lê" uma ou outra (isto é, vê uma ou outra imagem) de acordo com sua posição rela-

tiva ao holograma. Assim, cada pedaço do holograma registra e conserva todas as informações que chegaram ao conjunto do filme, o que dá origem a outra característica notável e inusitada: desde que a imagem tenha sido tomada com suficiente profundidade (fator que vai definir a distância na qual a imagem virtual se forma na hora da reconstrução), cada parte do holograma é capaz de reproduzir a imagem de todo o holograma original. Mal comparando, isso equivaleria, pura e simplesmente, a cortarmos ao meio uma fotografia, sucessivamente, e continuarmos com sua imagem total intacta em cada parte separada!

Esta característica pode ser melhor compreendida através de uma metáfora: o holograma equivale a uma janela, através da qual vemos um objeto qualquer. Parti-lo significa perder o espaço total da janela, mas o pedaço restante equivale a uma fresta através da qual podemos continuar olhando. Ora, se o objeto estiver suficientemente afastado (isto é, a profundidade da imagem gravada for

suficiente), podemos continuar a vê-lo por inteiro. Se ele estiver muito perto da janela, isto não será possível. Os hologramas feitos para serem observados com *laser* permitem gravar imagens com grande profundidade, mas os feitos para a observação com luz branca têm que posicionar o objeto muito próximo ao filme, o que atrapalha a vigência da característica que acabamos de descrever. Neste caso, um pedaço do holograma só nos permite ver um pedaço do objeto.

A utilização da holografia na informática está relacionada com essa característica de armazenamento de múltiplas informações em cada ponto. No caso de um holograma de um só objeto, todas as informações recebidas pelo filme possuem semelhanças entre si, sendo um pouco redundantes. Mas se, na tomada, conseguirmos separar os objetos de forma que cada ângulo de incidência transmita imagens de diferentes fontes (vários textos, por exemplo), poderemos dispor de um sistema muitíssimo mais avançado de armazenamento de informações. Teoricamente, a memória holográfica armazenada no volume de um cristal fotossensível — cujos protótipos já existem — supera em várias ordens de magnitude o alcance dos computadores atuais, bastando lembrar que cada centímetro cúbico deste cristal pode acomodar de 10^{12} a 10^{13} bites, quantidade de informação equivalente à existente em uma biblioteca com cinco milhões de volumes de 200 páginas cada um.

Não temos ainda uma visão clara do potencial de aplicações da holografia, mas já sabemos que é muito expressivo. As principais dentre elas derivam da possibilidade de registro holográfico (sob a forma de uma figura de interferência) de deslocamentos, deformações e vibrações de superfícies, mesmo em escala muitíssimo pequena. Por isso, a aplicação técnica atual mais importante é a *holografia interferométrica*, que permite a superposição da luz oriunda de um objeto qualquer em dois instantes diferentes. Uma maneira de se obter isso é através da holografia por dupla exposição, ou superposição de dois hologramas num mesmo filme. As mudanças de posições da superfície do objeto são comparadas opticamente, resultando em franjas de interferência que dão conta somente destas mudanças, sem importar a superfície propriamente

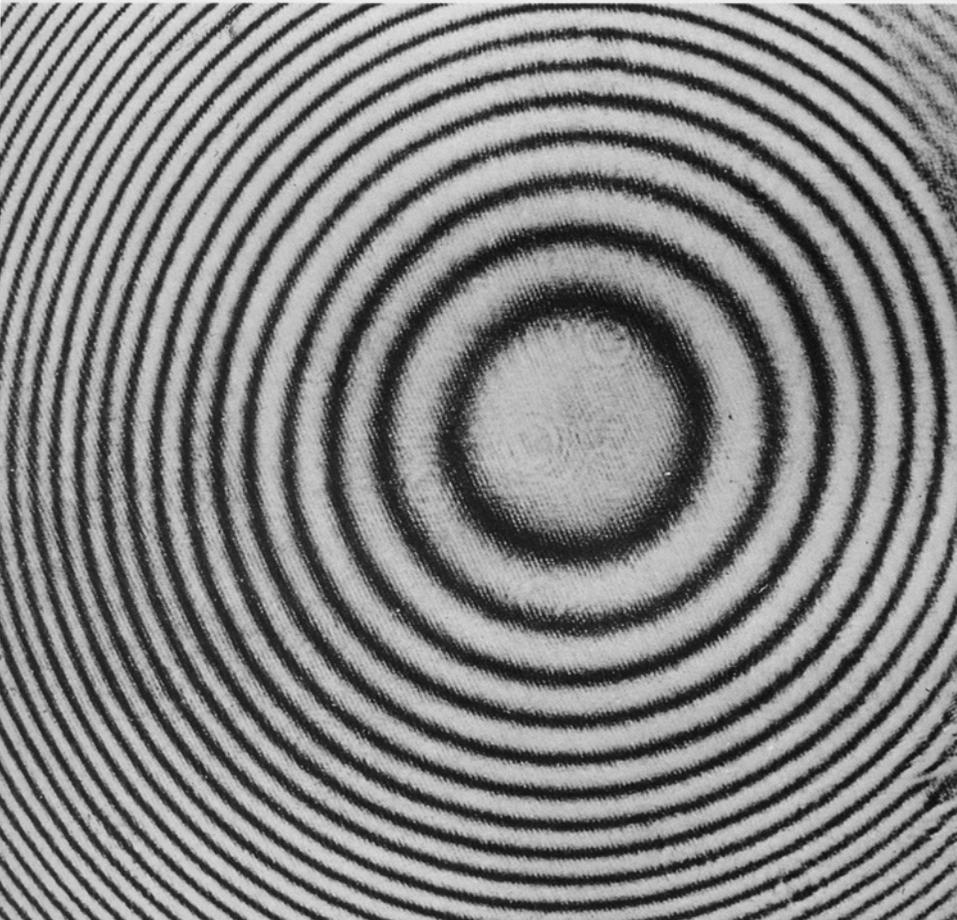


Fig.10. Figura de interferência característica da representação de um ponto no holograma. As proporções internas da figura estão diretamente ligadas à distância em que o ponto estava do filme na hora da tomada; portanto, são elas que determinam a profundidade da imagem que será formada. A intensidade da figura está ligada à própria intensidade luminosa do ponto. Note-se que esta estrutura de representação é que permite que a informação transmitida por um ponto irradiante se espalhe por toda uma área da holografia, fazendo com que a imagem de um objeto qualquer resulte da contribuição de todos os pontos do holograma.

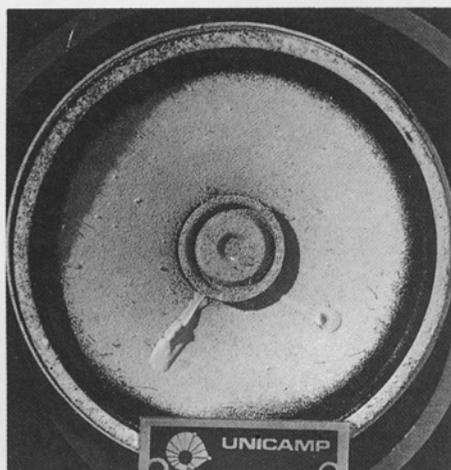
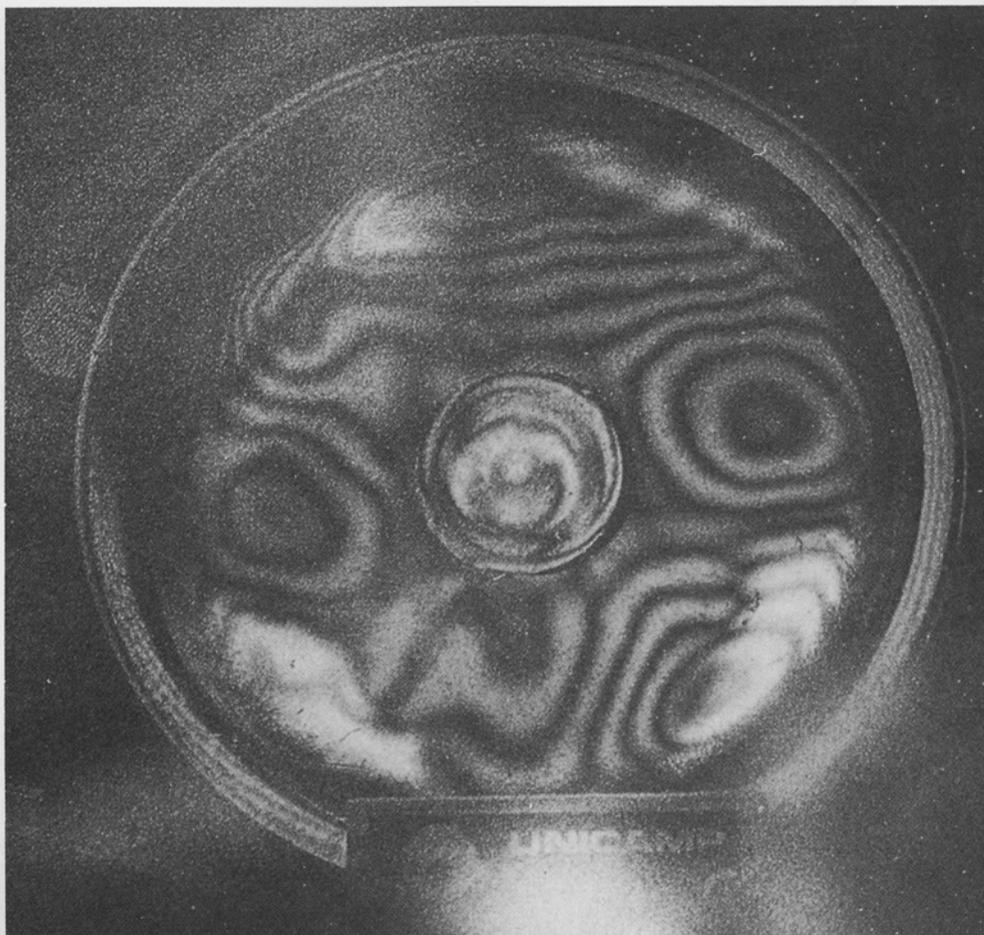


Fig. 11. Foto de um holograma interferométrico de um alto-falante vibrando. As mudanças de posição de sua superfície foram traduzidas em franjas de interferência, claras e escuras. Toda vez que a amplitude do movimento igualou ou se aproximou de meio comprimento de onda luminosa, apareceu uma nova franja. Observe-se a distribuição verticalmente assimétrica do modo de vibração, provocada pelo peso dos pinos de contato. Nenhuma outra técnica é capaz de realizar este levantamento, pois a superfície estudada é feita de material brando e a presença de qualquer sensor alteraria os resultados. Mudanças de posição de superfícies ou pontos onde se concentram deformações (pontos de defeito) em peças de todos os tipos também podem ser registrados sob a forma de franjas, o que possui grande utilidade para a engenharia.



dita (figura 11). Podemos obter assim registros precisos de quaisquer deslocamentos, deformações e vibrações em grandes e pequenas dimensões, o que já tornou habitual o uso dessa técnica em testes de engenharia, particularmente no caso de materiais laminados e nas peças que funcionam por rotação. Uma variação interessante é dada pela holografia interferométrica simultânea, que permite a observação de inúmeras figuras de interferência com um único processo de exposição e revelação.

Com um pouco de imaginação, descobre-se novos usos. O próprio E. Leith criou um radar de abertura sintética, onde um pulso de microondas enviado desde um avião é recebido de volta por ele mesmo, gerando, por interferência com um feixe do mesmo emissor, um sinal que, convertido em luz, impressiona um filme fotográfico. A observação, feita através de técnicas de óptica coerente, fornece a mais nítida imagem de fotografia aérea que existe, com a peculiaridade de que os objetos em movimento aparecem deslocados: um carro andando, por exemplo, terá na imagem um deslocamento transversal proporcional à sua velocidade, parecendo afastado de seu caminho verdadeiro. Toda a Amazônia brasileira foi "fotografada"

desta maneira, incluindo regiões onde a nebulosidade é permanente.

Também na cristalografia há grandes esperanças de aplicação, pois o desenvolvimento de um "laser" de raios-X tornaria possível uma radiografia holográfica, capaz de retratar com grande fidelidade e em três dimensões as estruturas internas das moléculas.

Já está sendo desenvolvida atualmente a "holografia nuclear", para uso na medicina. A radiação nuclear de um objeto ativado por meios radioativos projeta no filme fotográfico a sombra de uma máscara com estrutura de "placa zonal de Fresnel", anéis concêntricos cujos raios estão na proporção da raiz quadrada de seu número de ordem, contados desde o centro. Como vimos, esta é a figura característica da representação de um ponto no holograma. A posição lateral de cada ponto irradiante define diretamente a posição lateral da placa zonal de Fresnel que lhe vai corresponder no registro fotográfico, enquanto a distância longitudinal (profundidade) determina sua proporção. O registro fotográfico dá uma figura de zonas de Fresnel que é iluminada exatamente como um holograma e oferece uma imagem tridimensional, embora, no atual estágio da técnica, de baixa re-

solução.

Os hologramas podem agir também como lentes focalizadoras, de fácil produção e alinhamento, e são utilizados na forma de discos varredores para laser nas máquinas leitoras e impressoras. Possuem ainda grande interesse como coletores solares, porque podem permitir não só o acompanhamento passivo do movimento do sol, mas também a separação espectral da luz para sua mais perfeita conversão fotovoltaica.

Haveria muitos outros exemplos a dar sobre as aplicações da holografia, bastando por enquanto lembrar que, na física, ela foi usada em experiências recentes para mostrar a não existência da quantização no magnetismo e, na astronomia, para identificar estrelas duplas, demonstrando-se capaz de superar completamente as distorções geradas pela atmosfera, através da técnica de *speckle* (radiação espalhada na forma de granulado óptico). A viagem de uma frente de onda luminosa já pode ser registrada num único holograma, que mostra uma cena de cinema holográfico onde ela é observada viajando como uma onda na superfície da água, com nitidez de milímetros e precisão temporal de 10^{-11} s.

EQUIPAMENTOS AMADORES E PROFISSIONAIS PARA EXPERIÊNCIAS HOLOGRÁFICAS

A holografia é desenvolvida no mundo inteiro por um número crescente de pessoas como técnica de expressão visual, mas a maioria dos artistas nela envolvidos envia seus modelos para serem holografados em laboratórios especializados em óptica, devido à sofisticada aparelhagem necessária.

É possível, porém, fazer experiências holográficas em pequena escala por um custo bem menor do que se imagina. Os elementos indispensáveis de origem estrangeira são o próprio filme e um *laser* de hélio-nônio de 0,5—5mW de potência, cujo custo é comparável ao de um equipamento fotográfico de boa qualidade. A técnica utilizada nestes casos é a dos hologramas espessos, devido à simplicidade de sua montagem. Os requerimentos de estabilidade absoluta limitam a tomada a objetos rígidos, podendo-se compor com eles cenas de grande criatividade. Alguns

aficionados já têm feito isso em São Paulo, e são unânimes em dizer que a holografia leva a incursionar na ciência e no *laser* com grande emoção.

O Autor realizou, em junho de 1983, o primeiro holograma para reconstrução com luz branca feito no país, obtido por meio de uma montagem simplificada para hologramas espectrais. Alguns exemplos se encontram na Unicamp, no Museu da Imagem e do Som de São Paulo, no Instituto de Física da USP (tanto na capital quanto no *campus* de São Carlos), no Instituto de Física da Universidade Federal de Santa Catarina e na exposição de holografia do Museu do Cinema da cidade de Frankfurt (Alemanha). Atualmente, o Autor pesquisa as condições necessárias para que a fotografia de um holograma também possa apresentar um efeito anaglífico.

Na Unicamp, as pesquisas começaram em 1976 e as primei-

ras aplicações foram as da holografia interferométrica em testes de vibração, deformações em peças mecânicas e absorção de umidade por sementes. O grupo de óptica do Instituto de Física utiliza hoje a holografia como uma de suas principais ferramentas, estudando os materiais fofosensíveis, a fabricação de grades de difração e de elementos ópticos holográficos, além da aplicação na metrologia de precisão para testes de engenharia civil e eletrônica. Produz também hologramas para observação com luz branca e filmes didáticos.

O equipamento para testes holográficos é bem complexo. *Lasers* gasosos de grande potência são usados para iluminar áreas de até um metro quadrado; espelhos e lentes de altíssima qualidade óptica constituem um sistema cujo posicionamento é rigoroso. Equipamentos para fotometria, isolamento de vibrações, excitação

por vibrações, processamentos fotográficos especiais, placas e filmes diversos, medição de posições de feixes e localização de franjas — tudo isso constitui o conjunto de elementos importantes para um trabalho profissional e aplicado com holografia.

O pessoal especializado da Unicamp ministrou cursos de óptica moderna, incluindo a holografia, em dezembro de 1974, em julho de 1982 (durante a 34ª Reunião Anual da SBPC) e, como parte dos cursos de graduação e pós-graduação, a partir de 1977. Durante a citada reunião da SBPC, foi montada também a exposição "Princípios da holografia", com experiências demonstrativas sobre tridimensionalidade, interferência, difração e construção de hologramas simples. Foi, possivelmente, uma experiência inédita em todo o mundo, repetida um ano depois.

Mas seria muito pouco esperar da holografia apenas um conjunto de aplicações técnicas. O conhecimento aprofundado da óptica abre também novos horizontes para as artes visuais, o que não é nada desprezível se lembrarmos que já houve época em que ciência e arte caminhavam juntas, sendo desenvolvidas pelas mesmas pessoas. Além de filosofia, Leonardo da Vinci estudava a química das tintas e a anatomia dos corpos para pintar melhor suas obras. Hoje, o conhecimento está completamente pulverizado e suas ramificações formam traços muito finos. No futuro, poderemos caminhar para uma integração, com esta ramificação se fechando numa estrutura de rede, de forma a ficar novamente evidente que arte e ciência fazem parte de um mesmo todo.

É dentro deste espírito que estamos trabalhando agora, junto com o Insti-

tuto de Artes da Unicamp, na criação de um holograma múltiplo que mostra várias peças que caíram ao acaso no chão, enquanto a luz que refletiram na posição original permaneceu ocupando o local em que elas estavam anteriormente; portanto, suas imagens aparecem flutuando no espaço. Parte da imagem que o observador verá é absolutamente verossímil, mas outros componentes do mesmo conjunto induzem à pura fantasia. Creio que este choque de informações que a holografia, mais do que as outras técnicas, permite ressaltar ainda poderá ser muito explorado na arte, até que, algum dia, o senso comum das pessoas possa libertar a idéia de luz da imagem de objeto, coisa que nossos olhos, por si sós, não podem fazer. Enquanto isso não ocorrer, a técnica holográfica, capaz de capturar e isolar a luz, continuará a causar perturbações, desafiando a imaginação de todos nós.



SUGESTÕES PARA LEITURA

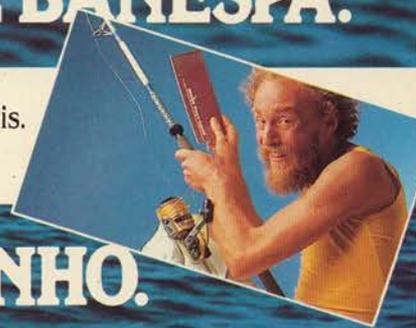
- LUNAZZI J.J., "Catálogo da exposição *Princípios da holografia*", 1982 (disponível por solicitação ao Autor).
- LUNAZZI J.J. e WICKERT L., "Um equipamento prático para holografia interferométrica" in *Anais do V Simpósio Nacional de Ensino de Física, UFMG*, Belo Horizonte, 1982.
- OSTROVSKY Y., *Holography*, editora Mir, Moscou.
- CASAS J., *Optica*, editora da Universidade de Zaragoza, Zaragoza (Espanha), 1981.
- BULABOIS J. e TRIBILLON G., "Les images à trois dimensions", in *La Recherche* n 144 (especialmente dedicado às técnicas de formação de imagens), 1983.
- LEITH E. N. e UPATNIEKS J., "Photography by laser", in *Scientific American*, junho de 1965.
- PENNINGTON K. S., "Advances in holography", in *Scientific American*, fevereiro de 1968.



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



Estamos no Sudoeste da Bahia, perto das veredas por onde Riobaldo Tatarana andou, lutou e amou Diadorim. Ali era “a ida da vinda, o fim do rumo, o lugar onde o céu embola um brilho especial, onde os pastos carecem de fecho, onde criminoso vive seu cristo-jesus, arredado do arrocho de autoridade”... Bem antes dele — por volta de 1820 — também estiveram por lá os alemães Spix e Martius. Escreveram então sobre os caminhos “em que a natureza escultora demonstra, por assim dizer, as formas e proporções mais nobres... Muitas gramíneas, acácias de delicadas folhas bipenadas, murtas, cássias com a esquisita forma de sua folhagem, e flagrantemente labiadas são aqui tão abundantes, como as mais variadas aves”... São dois testemunhos argutos e atentos, mas falam de um tempo passado. A fronteira de ocupação

TER ARDE

Eduardo Guimarães Couto, Mauro

Universidade Fed



RA ENDO

de e Servaldo Batista de Rezende
de Viçosa (MG)

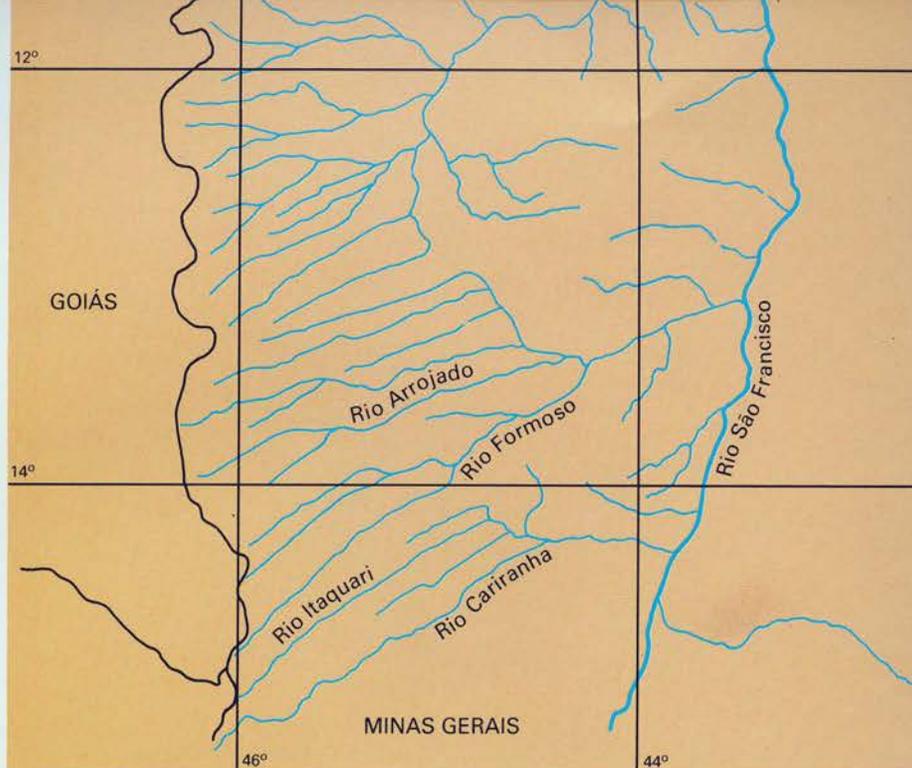
da terra pelas grandes empresas já chegou lá, desde os anos 70. Agora, novo diagnóstico: segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, os solos orgânicos da região — formados ao longo do tempo justamente pela exuberante flora de beira-rio — possuem um potencial energético que justifica seu aproveitamento “imediato e compensador” como combustível, este abre-te sêzamo de projetos que se deseja implantar.

Não estão em jogo decisões afetas apenas à ciência e à técnica, mas ao modelo de ocupação que desejamos para o território nacional. A riqueza química das turfas também permite uma estratégia de ocupação completamente diferente — baseada na produção de alimentos — para estes sertões que, de tão vastos, pareciam ao jagunço estar em toda a parte.

A fixação do homem em uma determinada região sempre foi condicionada ao clima, ao solo e à água existentes, o que abriu ao longo da história diversos campos de estudo relacionados a estes assuntos. Um deles se refere aos problemas dos solos agrícolas e sua relação com as plantas, tema de observações cuidadosas por parte de lavradores esclarecidos das épocas remotas e objeto de pesquisa de cientistas contemporâneos.

Qualquer solo constitui sede de uma série ininterrupta de reações físicas, químicas e físico-químicas. Trata-se de um meio dinâmico, no qual os componentes reagem entre si e, ao mesmo tempo, recebem influências externas de diversos fatores naturais e da própria ação do homem. Dentre os primeiros, destaca-se o impacto do clima e de organismos vivos sobre o material de origem (rocha ou matéria orgânica), o que, com o correr do tempo, transforma o substrato inicial em solo.

Entre as diversas classes de solos existentes no território brasileiro, as turfas (solos orgânicos) merecem destaque, não tanto pela extensão de sua ocorrência, mas pela ambivalência de usos possíveis que propicia. Seu elevado poder calorífico as transforma, potencialmente, em combustível fóssil natural, mas sua riqueza química também permite que constitua a base para uma significativa produção de alimentos. Qual, afinal, a melhor forma de utilizar estes recursos naturais?



Turfas são usualmente definidas como qualquer material vegetal parcialmente decomposto e acumulado em água, ou em solos saturados com água, onde a deposição excede a decomposição da matéria. Assim, sua gênese se relaciona com uma limitação ecológica (déficit de oxigênio livre) decorrente de um excesso de água que afeta mais os organismos decomponentes (bactérias) do que os produtores de matéria orgânica (plantas).

Os campos gerais da parte ocidental do rio São Francisco são um exemplo de região dominada por amplos chapadões

de limitados recursos naturais e, por isto mesmo, quase totalmente vazios. Os solos, muito pobres e dotados de uma escassa rede de drenagem, levaram o homem a buscar os vales dos rios para neles obter o sustento. Os amplos chapadões são compostos por uma extensa capa arenítica de até 200 metros de espessura, que comporta um imenso lençol d'água, do qual fluem sem cessar volumosas correntes, extremamente cristalinas, formadoras, por exemplo, dos rios Itaquiri, Formoso e Arrojado.

Considerada como um todo, essa área possui um conjunto de ambientes con-

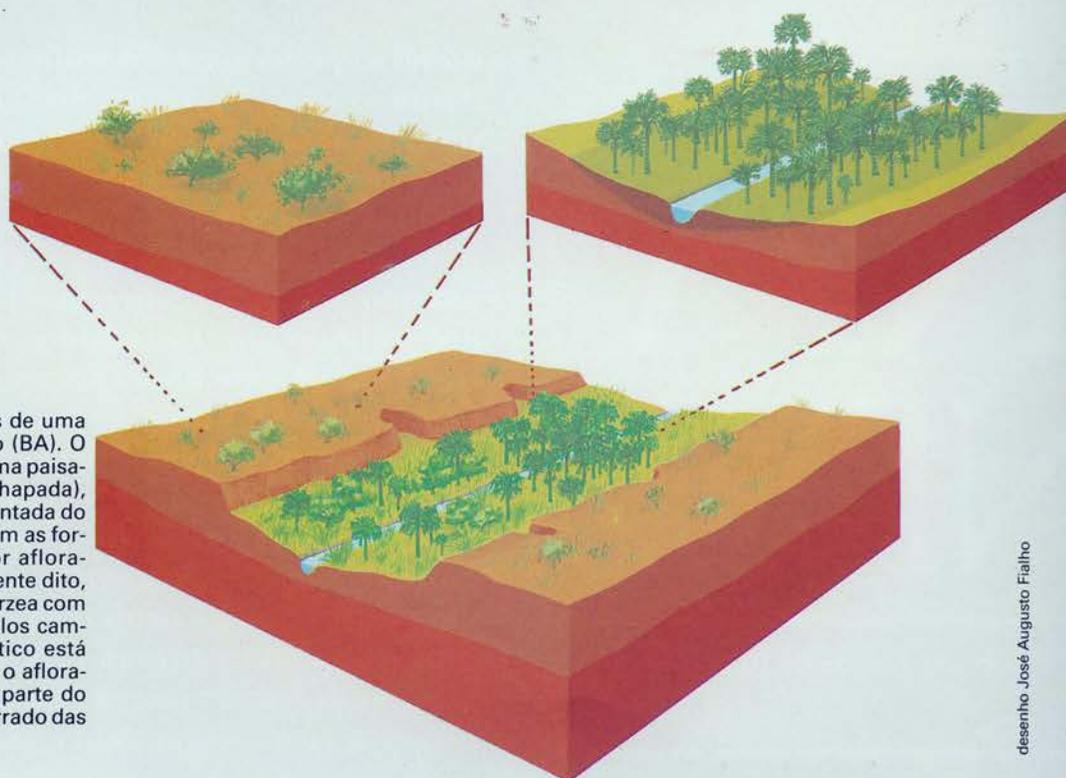


Fig. 1. Representação de três níveis de uma região do alto vale do rio Arrojado (BA). O mais elevado entre eles apresenta uma paisagem bastante suavizada (área de chapada), que contrasta com a área mais acidentada do nível intermediário, onde se destacam as formas pedimentares, compostas por afloramentos de rocha. No vale propriamente dito, crescem as florestas hidrófilas de várzea com seus típicos buritis, circundados pelos campos hidrófilos (onde o lençol freático está sempre aflorado) e higrófilos (onde o afloramento do lençol só ocorre durante parte do ano) que fazem a transição para o cerrado das elevações.

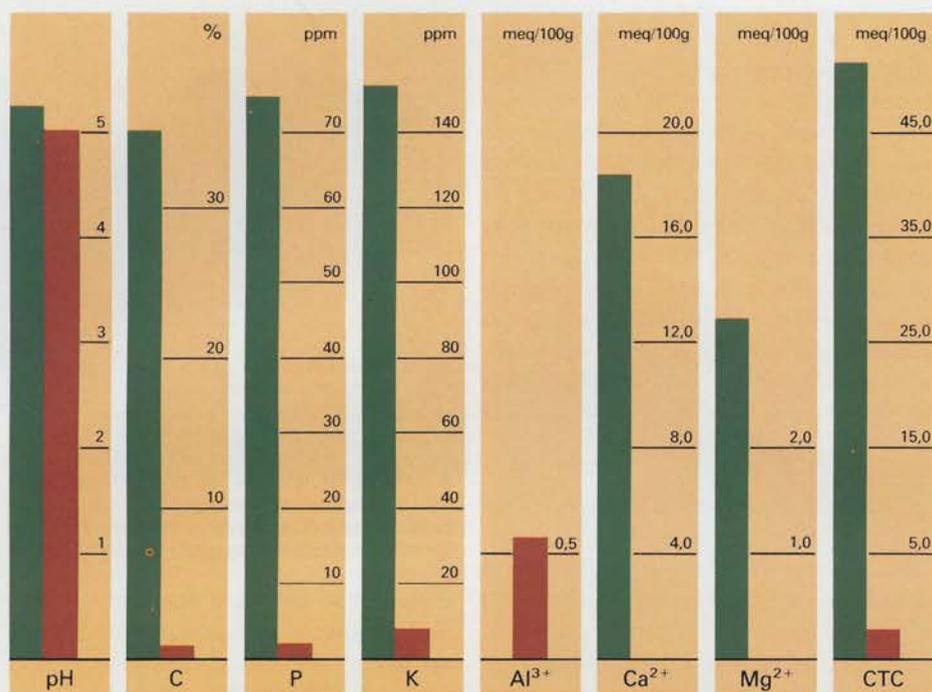


Fig. 2. Análise química comparativa entre os solos orgânicos e os solos dos chapadões. Note-se que, no primeiro caso, os nutrientes (P, fósforo; K, potássio; Ca, cálcio; Mg, magnésio) estão todos muito acima dos níveis críticos estabelecidos para os solos brasileiros. O alto teor de carbono (C) e a ausência de alumínio (Al) tóxico também são fatores muito positivos para a produção agrícola. O pH, medida de íons hidrogênio, mede a alcalinidade (e, portanto, também a acidez) de uma solução, enquanto a capacidade de troca catiônica (CTC) é um índice que mede a quantidade de cátions presentes no solo e passíveis de aproveitamento pelas plantas. É calculado pela soma do K, do Ca²⁺, do Mg²⁺, do H e do Al³⁺.

trastantes: baixadas, superfícies pedimentares, transições para os topos e amplos chapadões, os tetos da paisagem, mostrados na figura 1. Estes conceitos genéricos podem ajudar a mostrar a relação existente entre a forma de utilização dos solos e a proposta global de modelos de colonização. Destaca-se aí o uso intensivo dos solos localizados ao longo dos rios. Quando orgânicos, eles apresentam grande riqueza química (figura 2), já que quase cinco décadas de uso não se têm traduzido em queda substancial de produtividade, apesar da ausência de fertilizantes. Ora, essa riqueza está em aparente desarmonia com um ambiente marcado por solos que, sob a bacia de rios locais, têm na falta de nutrientes para as plantas sua principal limitação. Paradoxo aparente que podemos compreender ao considerar algumas características do rio e suas margens imediatas: água clara, volumosa, correndo rápida num leito retangular e profundo que permite ver a grande incidência de plantas subaquáticas, habitantes de profundidades consideráveis, às vezes de até cinco metros. A limpidez da água possibilita uma penetração mais profunda da luz, essencial para a realização da fotossíntese, e o processo de aprofundamento do rio (rejuvenescimento da paisagem) permite

A mandioca, considerada muito sensível à falta de oxigênio causada pela má drenagem de alguns solos, é muito cultivada na região que estudamos. Ao lado, aparece um exemplo do plantio, em consórcio, de abacaxi e batata doce em solo orgânico, onde o lençol freático está a apenas 15 centímetros da superfície.

grande movimentação e turbilhonação da água, o que produz uma oxigenação intensa. Mesmo no interior da floresta hidrófila há correntes locais d'água, habitadas por árvores e buritis (*M. vinifera*).

Essa oxigenação relativamente acentuada contrasta com um ambiente em que normalmente há carência de oxigênio. Por isso mesmo, possui implicações muito interessantes. Em primeiro lugar, como vimos, a penetração da luz na

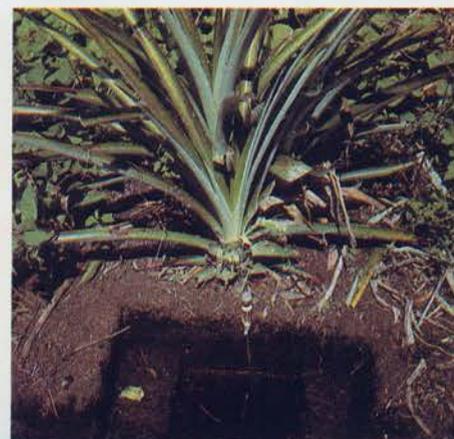
água límpida dos rios facilita todos os processos relativos à atividade biológica, a começar pela fotossíntese, e permite a existência de abundante flora submersa. Mas há outras implicações, talvez mais importantes: a drenagem da turfa, realizada com pequenos regos, e o uso do fogo (que libera os nutrientes presos ao ciclo orgânico) transformam seus depósitos predominantemente formados por matéria orgânica acumulada sob vegetação hidrófila em áreas aptas para a produção — durante todo o ano — de culturas normalmente estranhas a estes ambientes, como mandioca, abacaxi, feijão, amendoim, arroz, café e milho (quadro 1).

A pujança da vida aquática e a quantidade de nutrientes em solução, fenômenos relacionados entre si, impedem que os cristalinos cursos d'água sejam tão límpidos quanto nas outras áreas, também de cerrado, em que fauna e flora são menos exuberantes. Qual seria a causa dessa diferença? A riqueza de

Quadro 1 — Produtividade de algumas culturas nos solos orgânicos em contraste com a média brasileira (kg/ha)

| Produtos | Solo Orgânico | Brasil ^(*) |
|----------|---------------|-----------------------|
| Abacaxi | 24.000 | 16.856 |
| Amendoim | 5.500 | 1.341 |
| Arroz | 3.000 | 1.615 |
| Café | 2.100 | 1.080 |
| Feijão | 2.800 | 490 |
| Milho | 2.200 | 1.735 |

(*) FONTE: Anuário Estatístico do Brasil, 1982, IBGE.



fotos Eduardo Guimarães Couto

nutrientes? Mas, neste caso, como explicar esta riqueza das águas num contexto pedofitogeográfico geral tão pobre?

Inicialmente, foram sugeridas duas hipóteses para a explicação do fenômeno. Pela primeira, a riqueza das águas localizadas numa área de solos pobres e sob vegetação de cerrados estaria relacionada à existência, na base do pacote sedimentar (a formação Urucuia), de camadas mais ricas que não chegariam a aflorar, mas forneceriam às águas íons em solução. Uma análise da composição dos rios, no entanto, não justifica esta idéia, pois não há neles uma quantidade particularmente grande de nutrientes, como mostramos no quadro 2.

A segunda hipótese destaca o grande volume d'água que, mesmo na ausência de camadas rochosas mais ricas, penetraria no solo e realizaria uma lavagem acentuada de todo o manto, afetando até mesmo as camadas mais profundas. Os teores de argila existentes no manto de intemperismo são muito baixos, havendo dominância dos solos de textura arenosa (com menos de 15% de argila) e textura média (com 15 a 35% de argila). Assim, não há como impedir uma intensa lixiviação de nutrientes, pois a

precipitação efetiva sob vegetação natural é alta. Ainda que poucos, os nutrientes liberados dos minerais primários existentes na rocha são levados para os rios, localizados a grandes distâncias um do outro. No entanto, uma pequena parte dos nutrientes fica presa ao ciclo orgânico e só é liberada através de um processo de queima. Sobre solos igualmente pobres, a riqueza química do ecossistema varia de acordo com a biomassa, aumentando, nessa ordem, do campo para o cerrado e deste para o cerradão (mata xeromórfica).

O caso que estudamos é muito interessante porque a concentração dos nutrientes na água é mantida com grande constância devido à existência de um sistema regulador, caracterizado por uma uniformidade de fluxo d'água que praticamente independe da distribuição de chuva, estando muito mais condicionada pela elevada infiltração e a pequena densidade da rede de drenagem. Como consequência, a regularização do fluxo é feita de forma muito peculiar: a água subterrânea, que alimenta o rio, percorre uma distância muito grande, produzindo não só uma

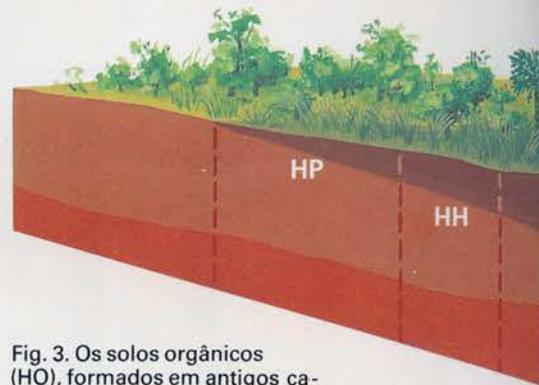


Fig. 3. Os solos orgânicos (HO), formados em antigos canais do rio, estão nas partes mais fundas do vale, sob as matas com buritis. Os outros solos hidromórficos (HH e HP), muito pobres em nutrientes, se encontram sob os campos hidrófilos ou higrófilos de cipereáceas diversas. Os cerrados ocupam as partes mais altas, onde a drenagem é mais eficiente.

equalização de fluxos, mas também uma uniformização de sua composição química.

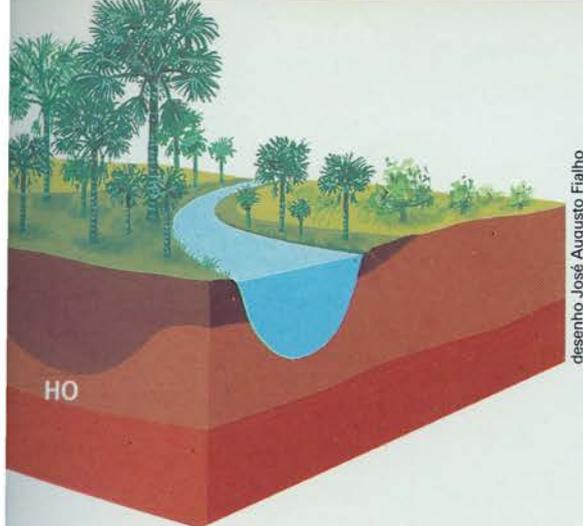
Os solos hidromórficos, mostrados na figura 3, refletem em sua morfologia o ambiente carregado de água. Já o maior acúmulo de matéria orgânica nos solos orgânicos (HO) deriva da falta de oxigênio, fator que inibe o trabalho de decomposição realizado pelas bactérias. Considerando a relação inversa existente entre a espessura da camada rica em matéria orgânica e a melhoria da oxigenação, pode-se perceber que a drenagem desses solos provocaria uma passagem gradual para o sistema de glei pouco húmico (HP), rico em matéria orgânica apenas nas camadas superficiais. Os solos desta classe (gleis húmicos e pouco húmicos) apresentam no seu perfil um horizonte subsuperficial caracterizado pela redução do ferro durante seu desenvolvimento, devido, principalmente, à água estagnada. Este horizonte é fortemente influenciado pelo lençol freático, sob prevalência de um regime de umidade redutora, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em virtude da saturação permanente, ou quase permanente, com água.

É possível, no entanto, que o exame dos sistemas de que tratamos exija algumas informações adicionais. A turfa, mesmo quando sob água livre, apresenta-se bem humificada, o que indica um certo "amadurecimento" da matéria orgânica, favorecido por uma melhor oxigenação. Além disto, como já foi mencionado, o sucesso de alguns cultivos sabidamente muito sensíveis à falta de oxigênio (como mandioca, abacaxi e mesmo feijão) corrobora a idéia de que, paradoxalmente, esses solos orgânicos podem ser melhor oxigenados do que os glei húmicos.

Quadro 2 — Análises físico-químicas de águas fluviais e água de dreno em solos orgânicos do alto vale do rio Arrojado, Bahia**

| | Solo Orgânico | Rio Arrojado | | |
|---------------------------------------|---------------|--------------|---------|---------|
| | | Local 1 | Local 2 | Local 3 |
| Cota (m) | 725 | 730 | 810 | 845 |
| Horário da coleta | 11:00 | 11:30 | 17:40 | 19:00 |
| Distância em direção à montante (km) | 0 | 0,6 | 55,6 | 78,6 |
| Cor | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 12,0 |
| Turbidez (J.T.U.) | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 1,6 |
| Condutividade (µmho) | 16,28 | 5,76 | 6,60 | 4,05 |
| Alcalinidade (em CaCO ₃) | 3,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| CO ₂ livre* | 30,0 | 8,0 | 100,0 | 8,0 |
| Ca (em Ca ⁺⁺)* | 1,36 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| Cloretos (em Cl ⁻)* | 0,25 | 0,15 | 0,25 | 0,25 |
| D.Q.O.* | 2,1 | 2,8 | 1,7 | 2,3 |
| Dureza total (em CaCO ₃)* | 3,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Fe total (em Fe)* | traços | traços | traços | 0,132 |
| Mg (em Mg ⁺⁺)* | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| N/amoniaco* | 0,056 | 0,042 | 0,038 | 0,042 |
| N/nitritos* | traços | traços | traços | traços |
| N/nitratos* | 0,030 | 0,021 | 0,023 | 0,021 |
| pH | 5,27 | 5,43 | 5,11 | 5,44 |
| Sólidos totais* | 17,20 | 13,36 | 24,76 | 7,16 |
| SO ₄ ⁻⁻⁻ * | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sólidos dissolvidos* | 11,07 | 3,91 | 4,49 | 2,75 |
| P. solúvel* | 0,027 | 0,011 | 0,015 | 0,019 |
| P total* | 0,034 | 0,026 | 0,021 | 0,027 |
| SiO ₂ * | 11,46 | 10,36 | 10,17 | 4,92 |
| K* | 0,516 | | | |
| Na* | 0,133 | | | |

* mg/l; ** coleta feita na época seca, maio de 1983, 40 dias após a última chuva registrada.



desenho José Augusto Filho

Diante do quadro hipotético esboçado, resta uma questão: como explicar o maior acúmulo de matéria orgânica nos solos orgânicos? Ele resulta da ação de duas forças opostas: a produção de material orgânico pela vegetação e sua decomposição pelos microorganismos. No caso dos sistemas representados na figura 3, a presença dos solos orgânicos resulta de um acréscimo muito elevado de matéria orgânica por unidade de tempo, em relação a uma taxa de decomposição menor do que a existente nos solos das elevações, embora maior, por exemplo, do que a do glei húmico.

O fato de o agricultor poder produzir nos solos orgânicos duas culturas por ano expressa a potencialidade de produção biológica da floresta hidrófila. E mais: este é um sistema receptor de detritos que ficam acumulados entre os troncos, aumentando o rendimento de acúmulo de material. Outro aspecto que deve ser esclarecido para uma melhor compreensão deste universo é o que se refere ao seu principal componente, a raiz do buriti. O sistema radicular desta planta, além de muito profuso, apresenta algumas características interessantes, pois a decomposição de seu tecido parenquimático forma uma série de ductos que auxiliam o transporte de água, oxigênio e nutrientes entre o rio e o solo orgânico adjacente.

E o caso dos gleis? Neles, húmicos ou pouco húmicos, a cobertura vegetal é rasteira, com predominância de ciperáceas, que possuem um sistema radicular muito superficial e, por isto, não têm condições de adicionar uma quantidade de matéria orgânica semelhante à observada no caso da floresta hidrófila também existente nesta área em estudo. Ademais, os gleis são minerais, e, como todos os solos minerais da área, são muitíssimo pobres em nutrientes, induzindo uma baixa produtividade biológica.

AREIAS, CAMPINAS E BOSQUES FRESCOS

(Spix e Martius falam da terra)

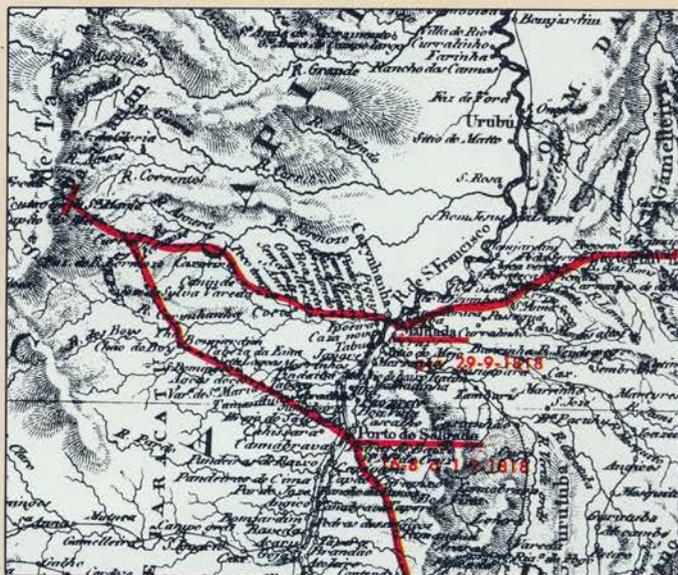
“Vastas extensões áridas, de areia, charnecas, cobrem duas séries de morros, continuação da serra das Araras, e, por entre elas, e além, desenrolam-se magníficas campinas virentes nas quais surgem espalhados os troncos da nobre palmeira buriti. Particularmente nas partes mais baixas deste terreno, onde são abundantes as nascentes, apresenta-se essa palmeira em matas claras, às vezes a perder de vista. Passa o caminho, ora ao longo desses coqueirais, em que a natureza-escultora demonstra, por assim dizer, as formas e proporções mais nobres na construção de colunas vegetais, ora cortando as vargens e prosseguindo pelos morros, coberto com arvoredo de tabuleiros, espalhado, baixo, de galhos retorcidos. Muitas gramíneas, acácias de delicadas folhas bipinadas, murtas, cássias com a esquisita forma de sua folhagem, e flagrantes labiadas, são aqui tão abundantes, como as mais variadas aves e as mais diversas espécies de formigas que constróem suas casas engenhosas de barro e de terra, como torres de seis a oito pés de altura, ou pendentes dos galhos das árvores seme-

lhantes a colmeias negras. Os campos pantanosos desaguam no rio Caririnha, que nasce a oeste no Mato Grande, na vertente que para oeste leva as águas ao Tocantins, a leste ao rio São Francisco, e, segundo informações da gente do lugar, apresenta a formação de grês.

(...) Nas planícies arenosas, depois de Água Doce, não havíamos ainda encontrado rocha alguma à vista, porém no córrego dos Patos aparece um grês muito branco, finamente granuloso, sem estratificação notável, que tanto mais nos interessava por se acharem nele alguns troncos de velósias e outras plantas que havíamos encontrado no Distrito Diamantino. Espalhados, observamos fragmentos e blocos erráticos de uma siderita vermelha; outro indicio da semelhança desta formação geológica com a das terras das minas.

(...) É indiscutível o encanto desta região, onde frescos bosques alternam com extensas campinas cheias de claras fontes e de grupos majestosos de palmeiras, o qual é realçado pelo fato de não parecer profanado pela mão da civilização...

SPIX e MARTIUS, primeiro capítulo do livro sexto de *Viagem ao Brasil* (1817 — 1820). Segunda edição, Ed. Melhoramentos, São Paulo, dois vols.

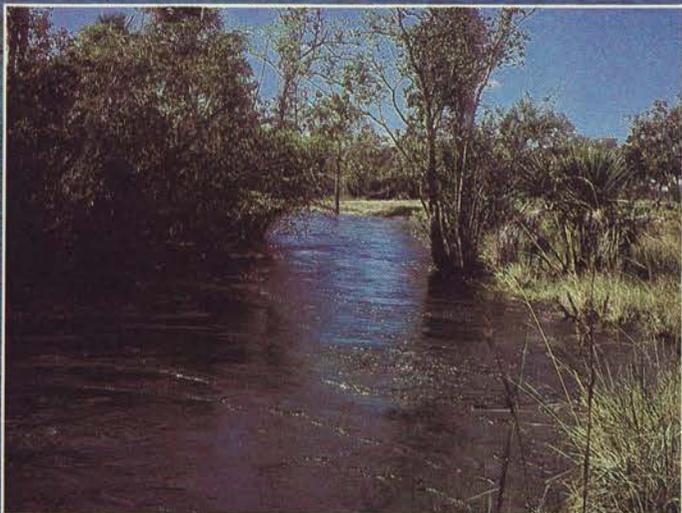


Detalhe do mapa original feito pelos dois naturalistas alemães. Sua trajetória de Belém ao Rio de Janeiro — passando por Salvador, Goiás e São Paulo — incluiu o trecho assinalado, na área de fronteira entre Bahia, Minas e Goiás, muito próxima à região estudada neste artigo.

A nascente do rio Arrojado é formada pelas águas que penetram no solo e subsolo da chapada (ambos muito porosos, de textura arenosa) e se dirigem às partes mais baixas da paisagem. Destaca-se na foto a rara presença dentro d'água de alguns buritis. Ao fundo, vê-se uma chapada da serra Geral de Goiás, que divide as bacias hidrográficas do Tocantins e do São Francisco.

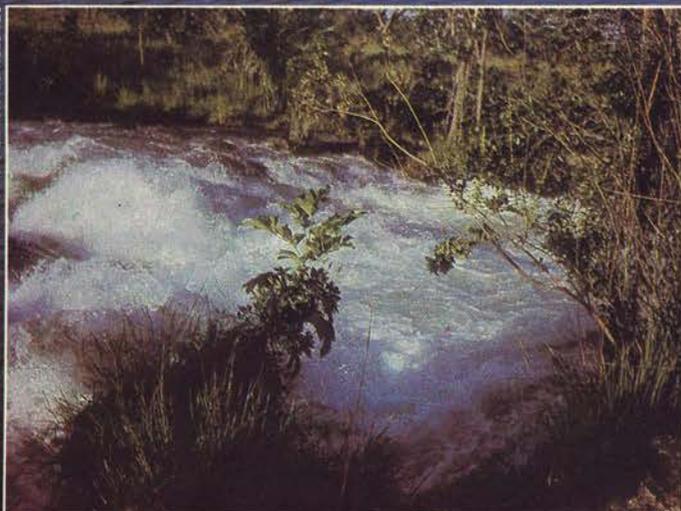


foto Eduardo Guimarães Couto



A 80 quilômetros da nascente, a água do rio permanece clara, turbilhonante e volumosa durante todo o ano. Na margem, aparecem as florestas hidrófilas, que contribuem para a formação das turfas através do acúmulo e decomposição de sua matéria orgânica. Fauna e flora aquática são exuberantes, inclusive em profundidades de cerca de cinco metros, fato pouco comum em outros rios de água límpida da região de cerrados.

foto Servaldo Batista de Rezende



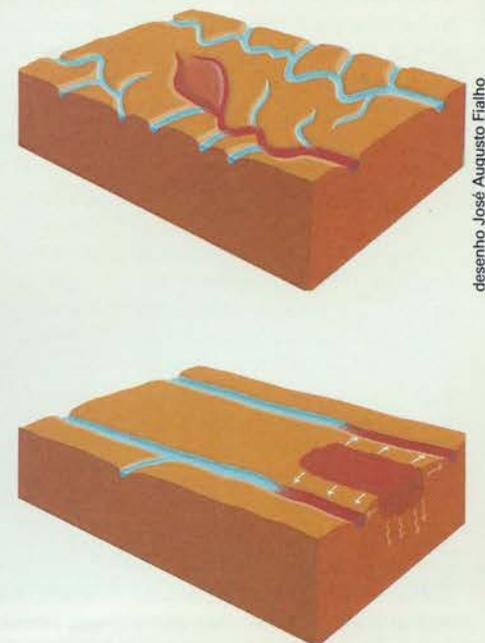
Estamos agora a cem quilômetros da nascente. Aparece a primeira queda d'água, que contribui para aumentar a oxigenação, favorecendo a realização da fotossíntese pela flora subaquática. O ecossistema formado pelo rio e suas margens imediatas é extremamente frágil, e o mau uso do solo a montante (abuso de agrotóxicos, técnicas inadequadas de manejo ou pura e simples extração) pode provocar grandes danos.



No momento, pode-se concluir que as águas do rio Arrojado, apesar de não serem muito ricas, apresentam grande estabilidade de fluxo, sendo relativamente limpas e oxigenadas, o que propicia a existência de uma flora aquática exuberante e uma fauna bastante rica. Por outro lado, a grande uniformidade química da água, mesmo no sistema de solos orgânicos, produz um grande poder tamponante às alterações.

A produtividade biológica nestes ambientes mais próximos do rio é elevada, o que permite a retenção de grandes quantidades de nutrientes. A ausência de argilo-minerais, fonte de alumínio em ambiente ácido, é uma das peculiaridades que favorecem os ecossistemas de solos orgânicos, muito dependentes do rio. Como decorrência, o manejo do solo a montante torna-se crítico para a conservação e viabilidade deste ecossistema, extremamente sensível à degradação ambiental. Pouquíssimos rios são as únicas fontes d'água de uma área gigantesca, e a baixa densidade da rede de drenagem torna muito alta a eficiência de fontes poluidoras: poucas delas podem afetar grandes áreas (figura 4).

O aumento da concentração fundiária e a rápida expansão da fronteira agrícola na década de 1970 provocaram mudanças na dinâmica social dessa re-



desenho: José Augusto Fialho

Fig. 4. Uma única fonte poluidora prejudica uma área maior onde a drenagem é menos densa e os rios menos ramificados, o que sugere a necessidade de maiores cuidados ecológicos e uma legislação diferenciada para cada tipo de região. O curso d'água com coloração avermelhada indica a presença de poluição.



CLARÁGUAS, FONTES, SOBRE

(os Gerais vistos por Guimarães Rosa)

Sertão: esses seus vazios (...) Dali prá cá, o senhor vem, começos do Cariramba e do Piratinga filho do Urucuia — que os dois, em dois, se dão as costas. Saem dos mesmos brejos — buritizais enormes. Por lá, sucuri geme. (...) Tudo em volta, é um barro colador, que segura até casco de mula, arranca ferradura por ferradura. Com medo de mãe-cobra, se vê muito bicho retardar ponderado, paz de hora de poder água beber, esses escondidos atrás das touceiras de buritirana. Mas o sassafrás dá mato, guardando o poço; o que cheira um bom perfume. (...) Lagoa que nem não abre o olho, de tanto junco. Daí, longe em longe, os brejos vão virando rios. Buritizal vem com eles, buriti se segue, segue. Para trocar de bacia, o senhor sobe, por ladeiras de beira-de-mesa, entra de bruto na chapada, chapadão que não se devolve mais. Água ali nenhuma não tem — só a que o senhor leva (...)

Razão dita, de boa-cara se aceitou, quando conforme Medeiro Vaz com as poucas palavras: que íamos cruzar o Liso do Sussuarão, e cutucar de guerrear nos fundões da Babia! (...) Como fomos: dali do Vespê, tocamos, descendo esbarrancados e escorregador. Depois subimos. A parte de mais árvores, dos cerrados, cresce no se caminhar para as cabeceiras. (...) Daí, se desceu mais, e, de repente, chegamos numa baixada toda avistada, felizinha de aprazível, com uma lagoa muito correta, rodeada de buritizal dos mais altos: buriti — verde que afina e esveste, belimbeleza. Em o que afundamos num cerrado de mangabal, indo sem volvên-

cia, até perto da bora do almoço. Mas o terreno aumentava de soldado. E as árvores iam se abaixando menorzinhas, arregaçavam saia no chão (...)

Nesse tempo, Jacaré pegou de uma terra, qualidade que dizem que é de bom aproveitar, e gostosa. Me deu, comi, sem achar sabor, só o pepego esquisito, e enganava o estômago. Melhor engulir capins e folbas. Mas uns já enchiam até capanga com torrão daquela terra. Diadorim comeu. A mulher também aceitou, a coitada. Depois Medeiro Vaz passou mal, outros tinham dores, pensaram que carne da gente envenenava (...) Mas pudemos chegar até na beira do dos-Bois, e na Lagoa Sussuarana, e ali se pescou (...) Dum geralista roto, ganhamos farinha-de-buriti, sempre ajudava. E seguimos o corgo que tira da Lagoa Sussuarana, e que recebe o do Jenipapo e a Vereda-do-Vitorino, e que verte no Rio Pandeiros — esse tem cachoeiras que cantam, e é d'água tão tinto, que papagaio voa por cima e gritam, sem acordo: — É verde! É azul! É verde! É verde!... Santas águas, de vizinhas. E era bonito, no correr do baixo campo, as flores de capitão-da-sala — todas vermelhas e alaranjadas, rebrilhando estremecidas, de reflexo.

Os soldados do governo perseguiam a gente (...) Escapulíamos, esquipávamos. Vereda em vereda, como os buritis ensinam, a gente varava para após. Se passava o Piratinga, que é fundo, se passava (...) É preciso saber os trechos de se descer para Goiás: em debruchar para Goiás, o chapadão por lá vai terminando, despenha. Tem quebra-cangalbas e

ladeiras terríveis vermelhas. Olbe: muito além, vi lugares de terra queimada e chão que dá som — um estranho. Mundo esquisito! (...)

O senhor vê, nos Gerais longe: nuns lugares, encostando o ouvido no chão, se escuta barulho de fortes águas, que vão rolando debaixo da terra. O senhor dorme em sobre um rio? (...)

Em Babia entramos e saímos, cinco vezes, sem render as armas. Isto que digo, sei de cor: brigar no espinho da caatinga pobre, onde o câcã canta. Chão que queima, branco! E aqueles cristais, pedra-cristal quase de sangue... Chegamos até no cabo do mundo.

Rios bonitos são os que correm para o Norte, e os que vêm do poente — em caminho para se encontrar com o sol. E descemos num poço, num ponto sem praia, onde essas altas árvores — a caraíba-de-flor-roxa, tão urucuiana. E o folha-larga, o aderno-preto, o pau-de-sangue; o pau-paráiba, sombroso. O Urucuia, suas abas. E vi meus Gerais!

Aquilo nem era só mata, era até florestas! Montamos direito, no Olbo-Água-das-Outras, andamos, e demos com a primeira vereda — dividindo as chapadas —: o flaflo de vento agarrado nos buritis, franzido no gradeal de suas folbas altas; e, sassafral — como o da alfazema, um cheiro que refresca; e aguadas que molham sempre. Vento que vem de toda parte. Dando no meu corpo, aquele ar me falou em gritos de liberdade (...)

Assim pois foi, como conforme, que avançamos rompidas marchas, duramente no varo das chapadas, calcando o sapê brabão ou areias de cor em cimento formadas, e cruzando somente com gado transeunte ou com algum boi sozinbo caminhador. E como cada vereda, quando beiráva-

mos, por seu resfriado, acentava para a gente um fino sossego sem notícia — todo buritizal e florestal: ramagem e amar em água. E que, com nosso cansaço, em seguir, sem eu nem saber, o roteiro de Deus nas serras dos Gerais, viemos subindo até chegar de repente na Fazenda Santa Catarina, nos Buritis-Altos, cabeceira de vereda. Que's borboletas! (...)

O chapadão é sozinbo — a largueza. O sol. O céu de não se querer ver. O verde carteadado do grameal. As duras areias. As arvorezinhas ruim-inhas de minhas. A diversos que passavam abandonados de araras — araral — conversantes. Aviam vir os periquitos, com o canto-clim. Ali chovia? Chove — e não encharca poça, não rola enxurrada, não produz lama: a chuva inteira se soverte em minuto terra a fundo, feito um azeitezinbo entrador. O chão endurecia cedo, esse rareamento de águas. O fevereiro feito. Chapadão, chapadão, chapadão. (...)

O que era, no cujo interior, o Liso do Sussuarão? — era um feio mundo, por si, exagerado. O chão sem se vestir, que quase sem seus tufos de capim seco em apraz e apraz, e que se ia e ia, até não-onde a vista não se achava e se perdia. Com tudo, que tinha de tudo. Os trechos de plano calçado rijo: casco que fere faíscas — cavalo repisa em pedra azul. Depois, o frouxo, palmo de areia de cinza em-sobre pedras. E até barrancos e morretes. A gente estava encostada no sol. Mas, com a sorte nos mandada, o céu ennuveou, o que deu pronto mormaço, e frescos. Tudo de bom socorro, em az. A uns lugares estranhos. Ali tinha carapato... Que é que chupavam, por seu miudinho viver?

ADO E SOL

(...) de sede não se penou demais. Porque, solerte subitamente, pra um mistério do ar, sobrechegamos assim, em paragens. No que nem o senhor nem ninguém não crê: em paragens, com plantas. (...) Eu que digo. Mesmo, não era só capim áspero, ou planta peluda como um gambá morto, o cabeça-de-frade pintarroxa, um mandacarú que assustava. Ou o xique-xique espinharol, cobrejando com suas lagartonas, aquilo que, em chuvas, de flor dói em branco. Ou cacto preto, cacto azul, bicho luiz-cacheiro. Ab, não. Cavalos iam pisando no quipá, que até rebaixado, esgarço no chão, e começavam as folbagens — que eram urtigão e assa-peixe, e o neves, mas depois a tinta-dos-gentios de flor belazul, que é o anil-trepador, e até essas sertaneja-assim e a maria-zipe, amarelas, pespingue de orvalbosas, e a sinbazinha, muito melindrosa flor, que também guarda muito orvalbo, orvalbo pesa tanto: parece que as folbas vão murchar. E a herba-curreleira... E a quixabeira que dava quixabas.

Digo — se acabava água. O que não em apenas água de touceira de gravatá, conservada. Mas, em lugar onde foi córrego morto, cacimba d'água, viável, para os cavalos. Então, alegria. E tinha até uns embrejados, onde só faltava o buriti: palmeira alalá — pelas veredas. E buraco-poço, água que dava prazer em se olbar. Devido que, nas beiras — o senhor crê? — se via a coragem de árvores, árvores de mata, indas que pouco altaneiras: simaruba, o aniz, canela-do-brejo, pau-amarante, o pombo; e gameleira. A gameleira branca! (...) Muito deletável. Claráguas, fontes, sobreado e sol.



João Guimarães Rosa, *Grande Sertão: Veredas*, José Olympio Editora

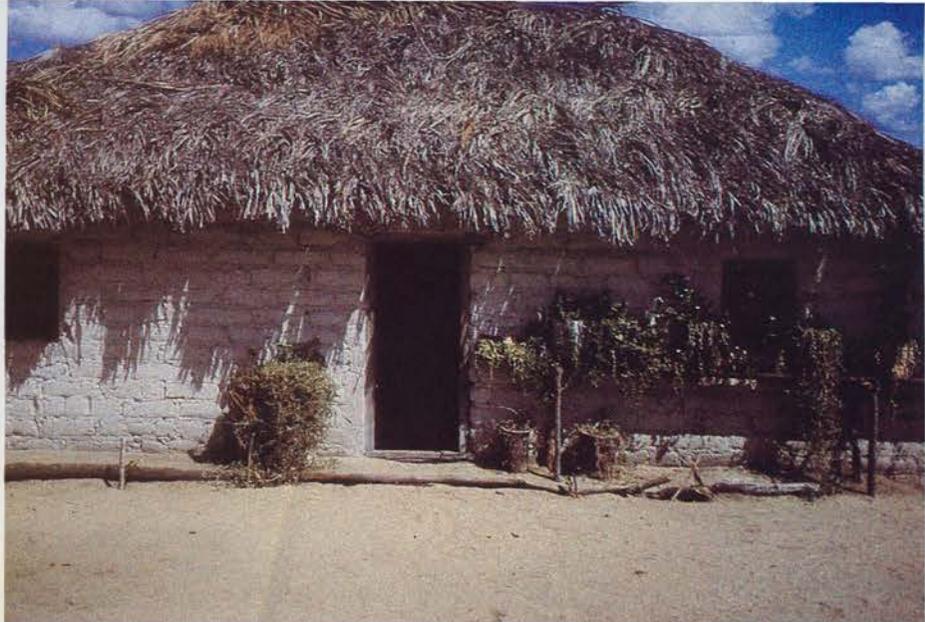


foto Eduardo Guimarães Couto

Casa típica dos colonos que habitam ao longo do rio Arrojado. Destaca-se nas construções o uso de material típico das veredas locais, como a palha do buriti (usada na cobertura) e a tabatinga, isto é, o substrato dos sistemas de solos hidromórficos. A fabricação de tijolos com esta matéria-prima não exige nenhum processo de cozimento e dispensa a pintura posterior, pois o próprio arranjo das partículas de areia produz, após a secagem em formas ao ar livre, um material de cor branca altamente resistente, que não necessita de qualquer suporte ou pilar. É um exemplo de ação humana que não agride o ecossistema.

gião, fator que também deve ser abordado para a compreensão de todo o sistema. A aquisição, por volta de 1978, de enormes extensões de terra por empresas reflorestadoras resultou na expulsão de famílias que habitavam, havia mais de 40 anos, as beiras de rios, único local propício à fixação do homem em virtude dos escassos recursos naturais da região. Assim, a unidade tradicional entre trabalho, produção e consumo em uma economia caracterizada pela utilização da força de trabalho familiar foi profundamente abalada, passando a haver um desequilíbrio que afetou regiões vizinhas, já que toda uma área que antigamente fornecia às cidades próximas seu excedente de produção transformou-se em um mercado consumidor em franca expansão. Vale a pena enfatizar que, em grande parte dos casos, esse aumento do grau de concentração fundiária não esteve relacionado com uma utilização da terra como meio de produção, mas, fundamentalmente, à formação de reserva de valor e à criação de um meio de acesso ao crédito rural, aos incentivos fiscais ou, simplesmente, à especulação imobiliária.

A Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), vinculada ao governo federal, tem procurado levantar o poder calorífico das turfeiras, havendo interesse em utilizar seus materiais como combustível. Até 1982 ela já estudara 223 ocorrências e calculara em 3 a 4 bilhões de metros cúbicos a quantidade de turfa disponível no país, sem dúvida detentora de grande potencial

energético. Engajadas no estudo das turfas visando seu aproveitamento desta forma, as equipes técnicas da CPRM têm trabalhado na geologia e nas técnicas de prospecção, nas técnicas de mineração, no tipo de equipamento necessário e nas avaliações de custo/benefício. Entretanto, não parece ter sido levada em conta a alternativa de produção de alimentos nessas regiões e a imensa agressão ao patrimônio natural do país, provocada pela extração e queima de solos orgânicos possuidores de grande riqueza química e integrantes de ecossistemas muito delicados. Nós acreditamos que a realização de um criterioso levantamento sobre seu potencial para a produção de alimentos poderia apontar outros rumos e servir de base para futuros projetos de colonização em suas áreas de ocorrência.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- MC KINZIE W.E., "Criteria used in soil taxonomy to classify organic", in *Histosols: their characteristics classification and use*, Madison, 1974.
- SUSZCZYNSKI E.F., "Geologia e geografia da turfa no Brasil", in *Revista Tecnológica Brasileira* 4:28-44, 1982.
- TURRI E., "Os rios na história", in *O Correio da Unesco*, 11:4-7, 1983.
- DA SILVA J.G., *O que é questão agrária*, Brasiliense, São Paulo, 1981.
- COUTO E.G., *Caracterização, gênese e uso dos solos utilizados pelos agricultores do Alto Rio Arrojado, Babia* (tese de mestrado), Universidade Federal de Viçosa (MG), 1984.

A FLORESTA E

Metade da chuva que cai sobre a região amazônica engrossa o rio Amazonas e a outra metade volta à atmosfera sob a forma de vapor, por causa da evaporação e transpiração das plantas. O estudo do ciclo da água na Amazônia demonstra a importância do tipo de cobertura vegetal existente para o balanço hídrico e o equilíbrio climático da região.

Que conseqüências trará o desmatamento excessivo?

Eneas Salati

Diretor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP
Ex-diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

As tentativas de colonização das regiões tropicais úmidas sempre foram limitadas pelas dificuldades de implantação de uma atividade agrícola economicamente viável, fenômeno relacionado às adversidades ecológicas destas regiões, como o baixo índice de fertilidade do solo e a alta incidência de pragas e moléstias.

Por isso, a colonização européia das áreas descobertas após as grandes navegações obteve maior sucesso nas regiões de climas amenos, ou seja, nas regiões temperadas. Assim, a colonização das Américas desenvolveu-se nas áreas subtropicais, implantando unidades economicamente independentes, que vieram a se transformar nos países mais desenvolvidos do nosso continente.

A tentativa de ocupação e desenvolvimento da região amazônica levada a efeito por portugueses e espanhóis a partir do século XVI foi bastante prejudicada pelo insucesso das atividades agrícolas. Desse modo, a colonização da América do Sul acabou se concentrando em áreas de clima mais propício, especialmente na região Centro-Sul e nas faixas andinas de climas mais favoráveis.

Durante muito tempo, apenas as atividades extrativistas (cujo exemplo mais importante foi o ciclo da borracha) revelaram-se economicamente viáveis na Amazônia e contribuíram para a implantação, desenvolvimento e manutenção

de algumas vilas ou pequenas cidades ao longo dos rios locais. Essas atividades extrativistas em quase nada alteraram o equilíbrio ecológico da região, embora tenham afetado as populações indígenas locais, bem como as espécies de grandes animais que ali habitam, como jacarés e tartarugas. A floresta em si e os grandes rios permaneceram praticamente intocados.

A partir da década de 60, no entanto, vários projetos e planos de colonização foram iniciados em diversos países integrantes da grande região amazônica, iniciando um processo de ocupação intensiva. Até hoje, porém, passados 20 anos, os problemas do desenvolvimento da região continuam desafiando cientistas e técnicos. Apesar do uso de técnicas avançadas e modernas, dificilmente poder-se-ia considerar bem-sucedidos os sistemas de colonização implantados.

Ao longo desses anos, uma pressão cada vez maior passou a ser exercida sobre o ecossistema local: atualmente, as florestas primitivas vêm sendo substituídas por pastagens e plantações à razão de cerca de três milhões de hectares por ano, com uma tendência de crescimento exponencial da taxa de desmatamento. Entretanto, como nem sempre a substituição da floresta tropical úmida por outros tipos de vegetação traz resultados positivos, estima-se em mais de 800 mil hectares a área degradada.



AS ÁGUAS

A floresta amazônica é o habitat de mais de 60.000 espécies vegetais, 2,5 milhões de espécies de artrópodos, cerca de 2.000 espécies de peixes e mais de 300 espécies de mamíferos. A precipitação média na vasta região que abriga este complexo ecológico é de 2.400mm, duas vezes mais do que a registrada, por exemplo, no planalto paulista. E a temperatura média ao longo da linha que vai de Belém a Manaus e Iquitos, numa extensão de aproximadamente 4.000km, permanece praticamente a mesma durante todo o ano. Floresta, água e temperatura tecem uma teia de relações essencial à ecologia local.



foto Kim-Ir-Sen

A pressão sobre a floresta amazônica, associada ao desmatamento que vem ocorrendo em toda a região tropical úmida da Terra (em grande parte da qual a floresta primária foi completamente destruída nos últimos 30 anos) tem despertado a atenção de pesquisadores de todo mundo, interessados em descobrir qual a importância da cobertura vegetal dessas áreas de pequena latitude em relação aos fenômenos gerais que controlam as características da atmosfera do nosso planeta.

Quando se substitui uma floresta por outro tipo de cobertura vegetal, não é difícil identificar-se, por exemplo, as grandes variações que ocorrem nos ciclos biogeoquímicos do carbono, do nitrogênio, do enxofre, do fósforo e outros, embora seja difícil quantificar todas as variações. Sabe-se, no entanto, que o desmatamento introduz modificações profundas, nem sempre entendidas de maneira completa e muitas vezes discutidas de forma inadequada. A questão crucial que vem desafiando a capacidade dos pesquisadores é a seguinte: haverá alteração do equilíbrio do clima no caso de um grande desmatamento na região?

Vários programas de pesquisa, envolvendo diversas organizações nacionais, tentam responder esta pergunta. Um deles procurou focar de forma direta o problema do ciclo da água. Os trabalhos foram desenvolvidos, em colaboração, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP/CNEN), com apoio técnico do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) de São

José dos Campos e financiamento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Tive o privilégio de coordenar as pesquisas desenvolvidas a partir de 1970, algumas delas ainda em andamento. A revista *Acta Amazônica* e outros veículos nacionais e internacionais de divulgação científica já publicaram mais de duas dezenas de trabalhos sobre o assunto nestes 13 anos de pesquisas.

Os trabalhos se desenvolveram de acordo com quatro linhas paralelas, de complexidade crescente no que diz respeito às técnicas utilizadas:

1. Análise de dados meteorológicos disponíveis sobre a região amazônica, inclusive de países vizinhos. Nesta fase, estudamos os dados de precipitação, energia solar, ventos de superfície, umidade relativa e temperatura; a partir deles, organizamos as classificações climáticas convencionais e a estimativa preliminar dos balanços de energia e água.

2. Análise de dados, recolhidos diariamente em oito cidades e durante cinco anos, desde a superfície do solo até 5.000m de altitude, sobre os fluxos mensais de vapor d'água da região. Através de radiossondagem, observamos as variações de temperatura, umidade e velocidade dos ventos, chegando a uma visão das direções predominantes das massas de ar e a uma quantificação dos fluxos de vapor d'água.

3. Estudo detalhado do balanço hídrico em uma bacia hidrográfica experimental localizada na área do INPA, 60km ao norte de Manaus. Um dos re-

sultados desse trabalho, que contou com o apoio de um programa especial da Organização dos Estados Americanos e da Organização Meteorológica Mundial, foi a medição dos diversos componentes do balanço hídrico, incluindo a precipitação, a interceptação das chuvas pelas plantas e o escoamento superficial da água.

4. Emprego de um método independente para evidenciar a recirculação do vapor d'água na região, utilizando-se as concentrações de ^{18}O e D (isótopo do hidrogênio) nas águas de chuvas e nos rios, em diferentes pontos da bacia amazônica. Esse método isotópico, apresentado abaixo, é, em princípio, simples e propicia melhor entendimento da origem e dinâmica do vapor d'água, fatores que determinam as chuvas em uma região. Em alguns casos, permite diferenciar o vapor d'água de origem oceânica daquele produzido através da evaporação e transpiração das plantas.

A partir do estudo do ciclo da água foi possível identificar fatores condicionantes do atual equilíbrio dinâmico da Amazônia e formular algumas hipóteses — apresentadas a seguir — sobre a interdependência de clima e floresta.

As pessoas que vivem nas latitudes maiores (por exemplo, em São Paulo — 23° de latitude sul) percebem uma variação na duração dos dias do ano. São mais longos os dias de verão e mais curtos os de inverno. À medida em que nos deslocamos na direção dos pólos, isto é, rumo a latitudes maiores, o dia fica mais longo no verão e ainda mais curto no inverno. Em Porto Alegre, por exemplo, que fica a aproximadamente 30°S, sua duração em 23 de dezembro é de 13,93

O MÉTODO ISOTÓPICO

O método isotópico pode ser explicado de maneira simplificada. Em geral, a água apresenta diversas espécies moleculares, dependendo dos isótopos de hidrogênio e oxigênio que a compõem. Os isótopos estáveis de hidrogênio são ^1H e ^2H (ou D). Os isótopos estáveis de oxigênio, ^{16}O , ^{17}O e ^{18}O . Da combinação desses diversos isótopos formam-se diferentes espécies moleculares de água, como por exemplo: HH^{16}O , HH^{17}O , HH^{18}O e HD^{16}O . Delas, as mais importantes, pelas suas concentrações e sua relação com o objeto

do trabalho descrito neste artigo, são HH^{16}O e HH^{18}O .

Durante o processo de evaporação da água no oceano, as moléculas do tipo HH^{16}O , que têm massa molecular igual a 18, evaporam-se com mais facilidade do que as moléculas do tipo HH^{18}O , com massa molecular igual a 20.

Durante o processo de evaporação existe, portanto, um fraçãoamento isotópico, de tal forma que o vapor formado pela água do mar possui uma concentração de ^{18}O , cerca de 8‰ menor que a concentração

no oceano. À medida em que esse vapor d'água penetra no continente, há condensação e, provavelmente, precipitação, passando então a constituir a água dos solos e dos rios. Como as moléculas mais pesadas se condensam com mais facilidade, o processo de formação de nuvens e a precipitação levam a um empobrecimento isotópico do vapor d'água residual. Isso significa que o vapor d'água de uma região mais a oeste tem valores menores nas concentrações de ^{18}O .

Medidas sistemáticas de

composição isotópica da água de chuva da região amazônica mostraram que a diminuição das concentrações de ^{18}O era menor do que a que se poderia esperar em um processo no qual existisse uma contínua remoção de vapor d'água através da precipitação.

Pode-se explicar essa anomalia admitindo-se que o vapor d'água gerado através da evapotranspiração se mistura com o vapor proveniente do oceano. De uma mistura desses dois vapores forma-se a chuva em determinado local.

horas, e em 23 de junho é de 10,07 horas. Nas ilhas Malvinas (aproximadamente 52° de latitude sul), na primeira data o dia tem uma duração de 16,44 horas, enquanto na segunda dura apenas 7,44 horas.

Na região equatorial, porém, o dia e a noite têm praticamente a mesma duração, variando pouco em torno das latitudes 5° N e 10° S, faixa que inclui a maior parte da floresta tropical úmida. Assim, por exemplo, na cidade de Manaus (latitude de 3°08'S), ou seja, bem no centro da Amazônia, o dia mais longo tem 12,4 horas e o mais curto, 11,8 horas.

A variação da duração do dia está associada com o total de energia proveniente do sol, responsável por grande parte dos fenômenos que caracterizam o clima. Normalmente, a quantidade de energia que chega a uma região qualquer se relaciona com a época do ano e a duração do dia, a qual, por sua vez, depende da declinação do sol. Na região equatorial, a energia incidente nas partes mais altas da atmosfera é quase a mesma durante o ano todo. Em Manaus, a energia solar incidente nas altas camadas atmosféricas varia de um máximo de 885 calorias por centímetro quadrado por dia em janeiro e um mínimo de 767 calorias por centímetro quadrado por dia em junho.

Na região amazônica, é a nebulosidade que realmente limita a incidência de energia sobre a floresta (ao nível da copa das árvores). A energia disponível para os diversos processos — evaporação da água, transpiração das plantas, fotossíntese, aquecimento da terra e do ar, turbulências e outros — depende, portanto, das nuvens, as quais, por sua vez, dependem da existência de vapor d'água na atmosfera.

Na figura 1 estão representadas as variações da duração do dia e da energia solar que chega às partes superiores da atmosfera, a razão de insolação (relação entre o número de horas que o sol brilha e a duração do dia) e a energia que chega ao nível do solo na região. Pode-se ver que a diminuição de energia solar (ao nível da copa das árvores — Qg) nos meses de fevereiro, março e abril está ligada à diminuição do número de horas de insolação (n/N), sendo que, nessa época do ano, a razão de insolação em Manaus chega a ser inferior a 30%. Por outro lado, o máximo de energia solar, que ocorre no mês de setembro, coincide com um aumento das horas de brilho solar, ou seja, uma diminuição das nuvens. Nessa época, a razão de insola-

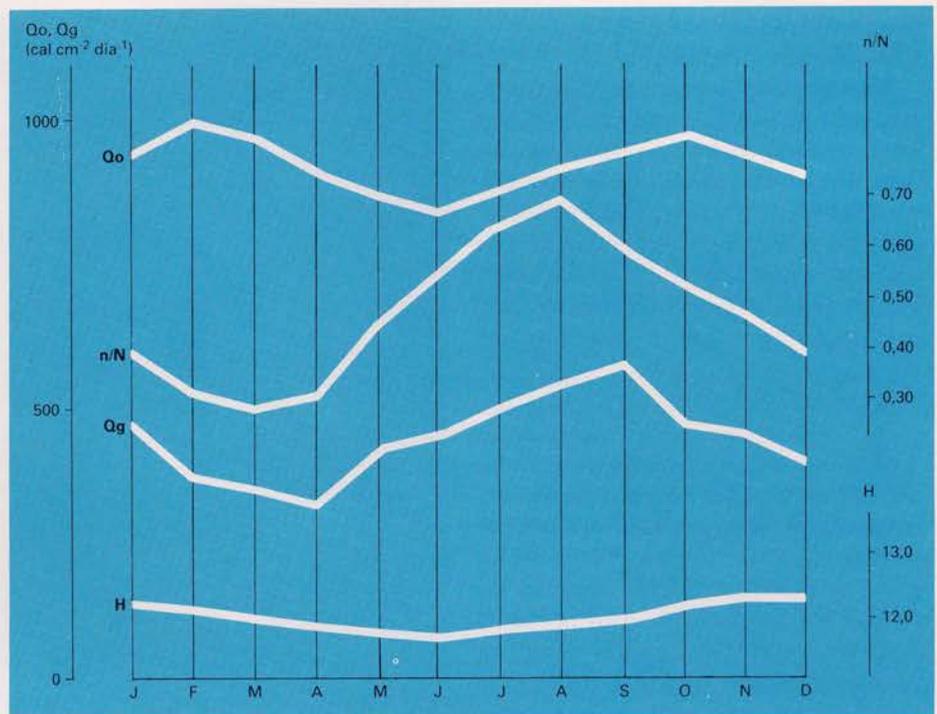


Fig. 1. Manaus (AM) — Lat 3°8'S, Long 60°2'W. Valores médios mensais da razão de insolação (n/N), energia solar ao nível do limite da atmosfera terrestre (Qo), radiação global a nível da copa das árvores (Qg) e duração do dia ou mesmo máximo de horas de insolação (H).

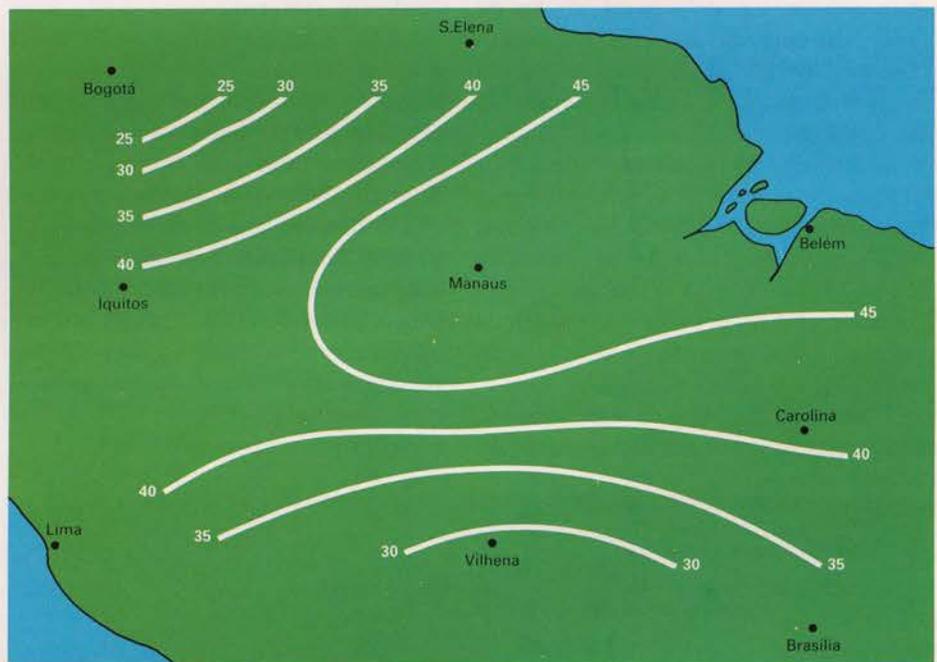


Fig. 2. Distribuição espacial da água precipitável no mês de março na região amazônica. Fonte: Marques *et al.*, 1980.

ção é da ordem de 60 a 70%.

Em função disso, a primeira pergunta que se coloca é: a umidade do ar depende da floresta? A questão pode ser examinada de diversos ângulos. Em primeiro lugar, em relação ao total de vapor d'água existente na atmosfera e aos movimentos das massas de ar que transportam o vapor d'água do oceano para a região amazônica. Em seguida, em relação aos movimentos das massas de ar dentro da própria região e ao transporte do vapor d'água da região amazônica

para as regiões continentais circunvizinhas.

A figura 2 mostra o total de vapor d'água existente na atmosfera desde a superfície do solo até aproximadamente 5.000m de altitude, faixa que inclui a quase totalidade do vapor d'água da região pois, para efeito de cálculo, o vapor existente nos níveis mais altos da atmosfera é praticamente desprezível. O parâmetro usado para essa medida denomina-se água precipitável, e representa a espessura da lâmina de água líquida que

seria obtida se todo o vapor d'água da atmosfera fosse condensado.

Na Amazônia, a média de água precipitável é de 40mm, valor que cresce conforme se penetra no continente. Esse aumento da quantidade de água disponível (que, para a mesma temperatura média, representa um aumento da umidade relativa do ar) já dá uma indicação da importância da interação entre a atmosfera e o tipo de cobertura do solo.

A medida em que a massa de ar oriunda do oceano penetra no continente, ela vai ganhando umidade, proveniente da evaporação e transpiração das plantas. De maneira geral, a umidade relativa aumenta do oceano em direção ao interior; porém, o fluxo de vapor d'água, obtido através da multiplicação da umidade do ar pela velocidade do vento, decresce do oceano em direção aos Andes. A figura 3 dá uma idéia dos fluxos de vapor d'água que, durante quase todo o ano, apresentam o mesmo padrão geral, vindos de este, ou seja, do oceano Atlântico. Durante metade do ano predominam os ventos de sudeste e na outra metade, os de nordeste.

Mudanças na quantidade de vapor d'água na atmosfera devem provocar uma variação das populações vegetais que ocupam os diversos ecossistemas. As plantas da região amazônica foram selecionadas através do tempo para uma adaptação a altos níveis de precipitação e altos níveis de umidade do ar.

É exatamente o alto teor de umidade no ar que determina as baixas variações



Fig. 3. Fluxos do vapor d'água na região amazônica no mês de março. Os demais meses têm o mesmo padrão geral, sendo o fluxo proveniente do oceano Atlântico. Metade do ano os ventos sopram de sudeste e na outra metade, de nordeste. Fonte: Marques *et al.*, 1980.

de temperatura na região, quase provocando uma isotermia, isto é, ausência de variação na temperatura do ar, inclusive se compararmos medições diurnas e noturnas. As grandes variações de temperatura durante o dia e a noite nas regiões secas devem-se especialmente à falta ou ao baixo teor de vapor d'água no ar. Em Brasília, por exemplo, as oscilações de temperatura de dia e de noite atingem, no inverno, 17°C, e mesmo no planalto paulista chegam a 15°C. Nas regiões desérticas, onde a água precipitável alcança alguns milímetros, as variações de temperatura entre o dia e a noite podem ser superiores a 40°C.

Chama a atenção o fato de as condições do clima, entre elas a temperatura do ar, dependerem não só da energia solar disponível, mas também da umidade do ar e do tipo de cobertura sobre o solo, analisada a seguir em maior detalhe.

É importante salientar também que essa condição de isotermia é mais característica da faixa central da região amazônica, pois à medida em que se caminha para regiões limites, seja em direção ao platô das Guianas, seja em direção ao planalto central brasileiro, as condições começam a mudar e o clima das áreas de transição variam de tropical úmido para climas de savana com alguma influência da altitude. Nos limites da região oeste, definidos pela cordilheira dos Andes, observam-se mudanças muito mais bruscas em pequenas distâncias. O efeito da altitude é, neste caso, fator determinante do tipo de clima, havendo até mesmo geleiras nas partes mais altas.

Os fluxos de vapor d'água e, especialmente, a zona de convergência dos ventos que vêm do sul com os ventos que vêm do norte (denominada Zona de Convergência Intertropical) definem o regime de precipitação da bacia amazônica.

A figura 4 mostra a existência de maiores precipitações anuais nas regiões litorâneas, atingindo valores acima de 4.000mm na região de Marajó, diminuindo em seguida até a região central. Os níveis de precipitação voltam a subir nas regiões a oeste, principalmente no

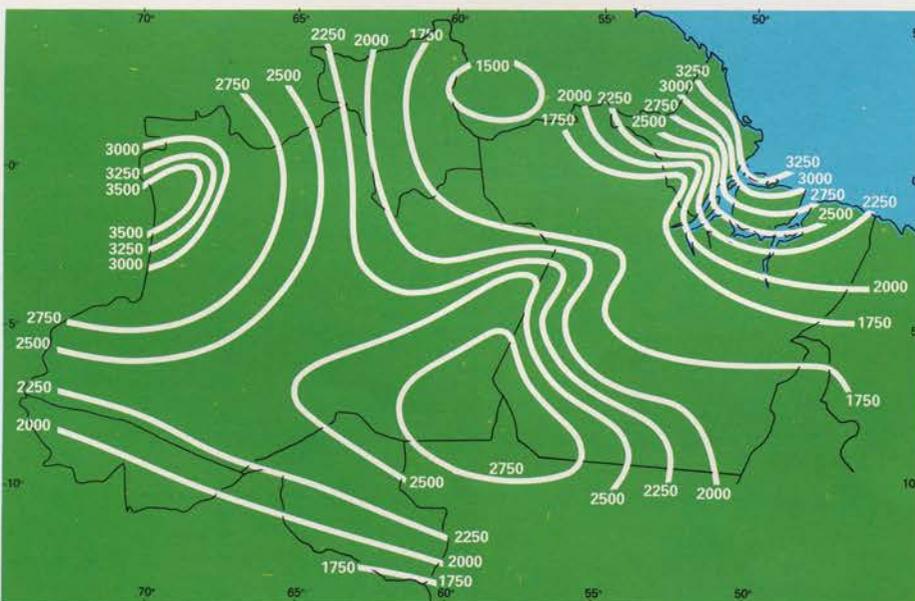


Fig. 4. Distribuição das precipitações anuais para a região amazônica, organizada com dados do IBGE.

alto rio Negro e nas encostas andinas. A figura 5 mostra as variações das precipitações durante o ano nas cidades de Belém e Iauaretê, e a figura 6 dá uma idéia geral da distribuição das precipitações. Observa-se uma grande oscilação, defasada de seis meses, entre as estações ao norte e ao sul. Essa variação das precipitações tem uma importância muito grande para o regime dos rios e, especialmente, para a biologia das águas, influenciando nas migrações dos peixes.

O que ocorre com a água proveniente dessas precipitações? O balanço hídrico de uma bacia hidrográfica nas proximidades de Manaus (área coberta com floresta densa) demonstrou que 25% da chuva (que totaliza 2.200mm) jamais atingem o solo, ficando retidos nas folhas e voltando à atmosfera por evaporação direta; 50% da precipitação são utilizados pelas plantas, sendo devolvidas à atmosfera, na forma de vapor, por transpiração. Os igarapés que drenam a bacia hidrográfica removem os outros 25% da água da chuva. Esses dados indicam que, naquele tipo de floresta densa, 75% da água de precipitação retornam à atmosfera na forma de vapor por evapotranspiração, resultado da influência direta do tipo de cobertura vegetal.

Os estudos da bacia amazônica como um todo, incluindo vegetações distintas, áreas de cerrado e regiões montanhosas, indicam que, do total da água

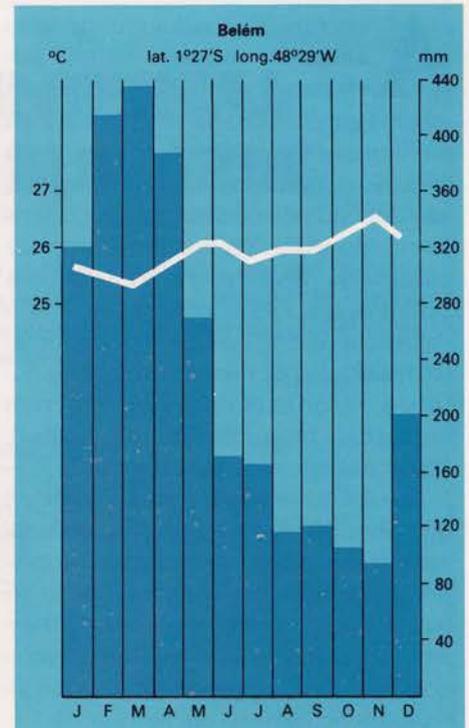
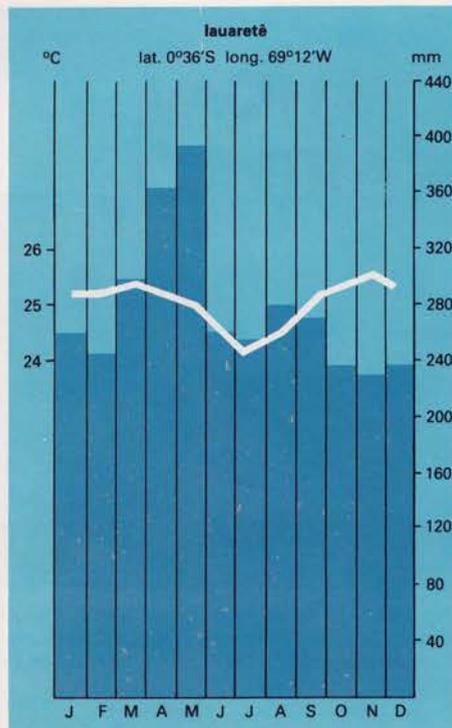


Fig. 5. Os números à esquerda de cada quadro medem, em centígrados, a temperatura, cuja evolução anual é mostrada pela linha branca de sentido horizontal. À direita, aparecem os níveis de precipitação, medidos em mm e correspondentes à área das colunas verticais.

precipitada, cerca de 50% saem pelo rio Amazonas e cerca de 50% voltam à atmosfera na forma de vapor, através da evapotranspiração. Dessa forma, já se pode concluir pela fundamental importância do tipo de cobertura vegetal para o balanço hídrico, mostrado na figura 7. O atual equilíbrio hídrico da região

amazônica depende, portanto, da floresta existente. Como o clima está ligado a muitos fatores, especialmente à umidade do ar (vapor d'água), fica evidente que existe uma relação de dependência entre o atual equilíbrio reinante e a cobertura vegetal. Ou seja, há uma íntima relação entre o clima e a floresta.



Fig. 6. Distribuição das chuvas na bacia amazônica.

A energia solar incidente na região amazônica é maior do que inicialmente se imaginava. A média de energia é da ordem de 425 calorias por centímetro quadrado por dia, e sua variação durante o ano, como já se disse, não depende da declinação do sol, mas da nebulosidade. Os níveis máximos de energia na faixa central da Amazônia ocorrem nos meses mais secos, sendo da ordem de 550 calorias por centímetro quadrado por dia em setembro e outubro. Os níveis mínimos ocorrem durante os meses de fevereiro a abril, sendo da ordem de 320 calorias.

Nossas informações atuais indicam que entre 50 e 60% da energia são utilizados pelas plantas no trabalho de evapotranspiração. Isso indica a ligação do balanço de energia com o tipo de cobertura vegetal. Por conseguinte, alterações na cobertura vegetal implicarão alterações no balanço energético.

A partir dos estudos mais recentes dos dados de radiossondagem e das composições isotópicas do vapor d'água e das chuvas, ficou evidenciada a reciclagem do vapor d'água na região. A água das chuvas volta à atmosfera na forma de vapor, misturando-se depois com o vapor d'água já existente no ar. Forma, então, novas nuvens, que dão origem a novas precipitações. Esse fenômeno ocorre de forma crescente à medida em que o vapor d'água proveniente do oceano se move na direção dos Andes (ver figura 8).

Estima-se que cerca de 50% das chuvas provêm do oceano Atlântico e que outros 50% provêm de uma recirculação do vapor d'água, o que reforça a idéia de uma marcante influência da cobertura vegetal no regime e distribuição das chuvas. Esse fenômeno de reciclagem, que possui grande valor para a dinâmica biológica dos ecossistemas amazônicos, é mais importante na época em que os níveis de precipitação são menores.

Eis a conclusão a que se pode chegar com base nas informações colhidas: a floresta não é simples consequência do clima. Ao contrário, o equilíbrio hoje existente, que implica um determinado tipo de clima, depende da atual cobertura vegetal. Portanto, o desmatamento ou a colonização intensiva, ao substituir a floresta por outros tipos de cobertura (pastagem, agricultura anual) podem acarretar modificações climáticas porque introduzem alterações no balanço de energia e no balanço hídrico da região amazônica.

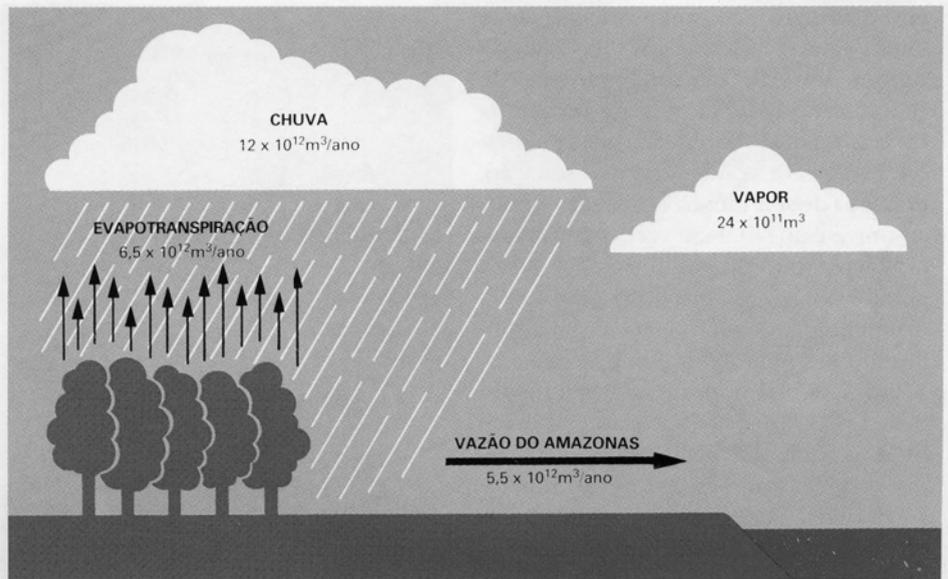


Fig. 7. O balanço de água da bacia amazônica indica que, em média, o total de precipitação é da ordem de $12 \times 10^{12} \text{ m}^3$ por ano; a vazão do rio Amazonas, da ordem de $5,5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ por ano e a evapotranspiração, incluindo a evaporação e a transpiração, da ordem de $6,5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ por ano.

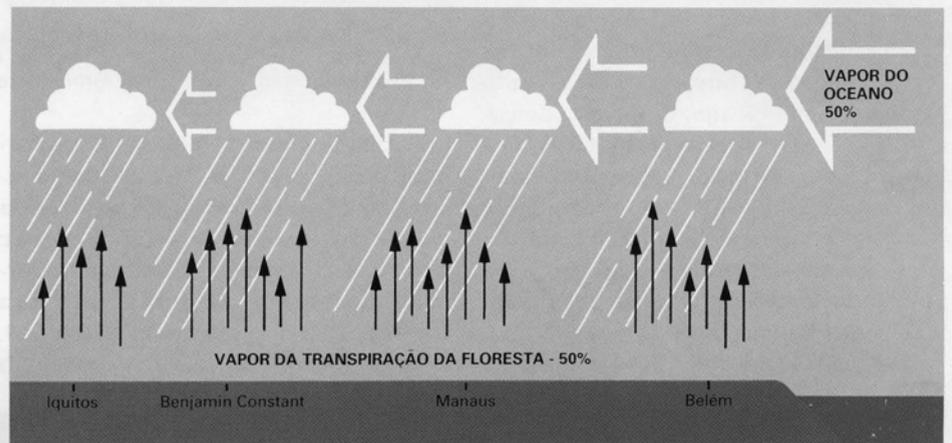


Fig. 8. A figura mostra de maneira simplificada um modelo de recirculação de água, comum na faixa central da bacia amazônica. Aproximadamente 50% do vapor d'água que produz chuva vêm do oceano Atlântico, com os ventos que sopram do quadrante leste. Os outros 50% são produzidos dentro da própria bacia amazônica, pela transpiração das plantas que compõem a floresta. Dá-se, assim, uma recirculação da água na região.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- Ciência Hoje*, vol. 2, n.º 10, jan/fev 1984, especial sobre Amazônia.
- VILLA NOVA N.A., SALATI E. e MATSUI E. "Estimativa de Evapotranspiração na Bacia Amazônica", *Acta Amazônica*, 6 (2), 1976, p. 215-228.
- VILLA NOVA N.A., RIBEIRO M.N.G., NOBRE C.A. e SALATI E. "Radiação Solar em Manaus", *Acta Amazônica*, 8 (3), 1978, p. 417-421.
- DALL'OLIO A., SALATI E., AZEVEDO C.I., MATSUI E. "Modelo de Fracionamento Isotópico da Água na Bacia Amazônica", *Acta Amazônica*, 9 (4), 1979, p. 675-687.
- MARQUES J., SALATI E., SANTOS J.M. dos. "Cálculo da Evapotranspiração Real da Bacia Amazônica através do Método Aerológico", *Acta Amazônica*, 10 (2), 1980, p. 357-361.
- SALATI E. e RIBEIRO M.N.G. "Floresta e Clima", *Acta Amazônica*, 9 (4), 1979, p. 15-22.
- LEOPOLDO P.R., FRANKEN W. e SALATI E. "Balanço Hídrico de Pequena Bacia Hidrográfica em Floresta Amazônica de Terra Firme", *Acta Amazônica*, 12, 1982, p.333-337.
- RIBEIRO M.N.G., SALATI E., VILLA NOVA N.A. e DEMÉTRIO C.G.B. "Radiação Solar Disponível em Manaus e sua Relação com a Duração do Brilho Solar", *Acta Amazônica*, 12 (2), 1982, p. 339-346.
- SALATI E., SCHUBART H.O.R., JUNK W. e OLIVEIRA A.E. de. *Amazônia*. CNPq-Brasiliense, São Paulo, 1983.

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.

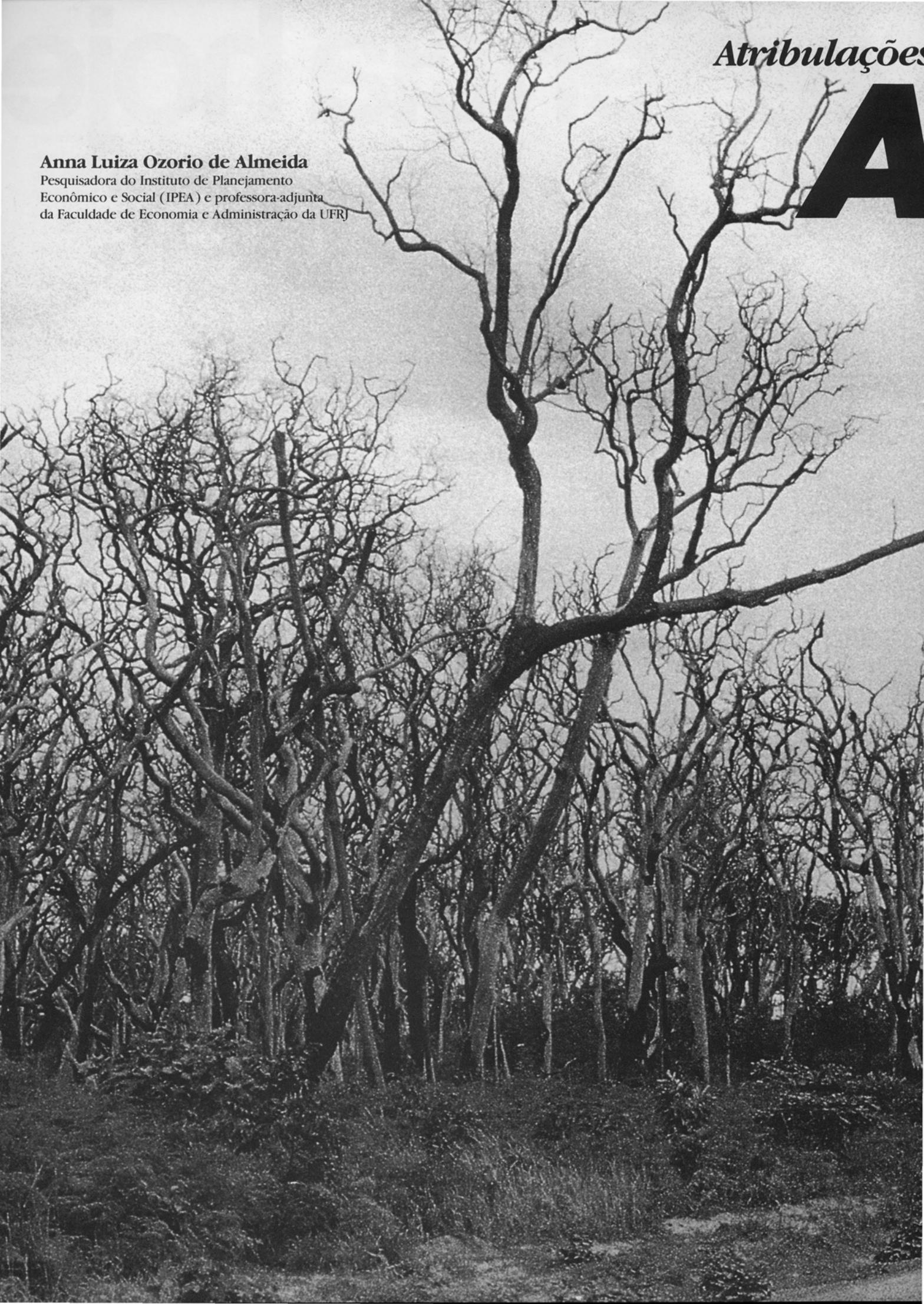


A Duratex S.A. produz também as louças e metais sanitários Deca e Hydra, rações balanceadas, concentrados protéicos, farinha de trigo e semolina marca Anhangüera.

Anna Luiza Ozorio de Almeida

Pesquisadora do Instituto de Planejamento
Econômico e Social (IPEA) e professora-adjunta
da Faculdade de Economia e Administração da UFRJ

A



de uma economista na

MAZÔNIA

Como fica uma pesquisa quando, ao longo do seu processo de levantamento de dados, os conflitos entre os motoristas e os grupos precisam ser serenados? Ou não existe água encanada? Ou se tem o rádio como único meio de comunicação na área? Ou ainda se fica a pé na estrada, por várias vezes, devido aos veículos quebrados? A produtividade da equipe sofre sérios abalos e a própria metodologia de trabalho de campo precisa, na certa, ser reavaliada.



O objetivo desta pesquisa foi colher dois tipos de informação, simultaneamente: uma que permitiria testes de hipóteses estatísticas sobre o comportamento dos agricultores de fronteira, e uma que levaria a uma caracterização precisa das principais situações concretas em que se processa atualmente o avanço da fronteira amazônica. As limitações objetivas de execução do trabalho de campo, porém, forçaram uma redução nas ambições do projeto, que se viu às voltas com uma série de dificuldades administrativas e profissionais ligadas à instituição responsável pelo financiamento do trabalho, além das metodológicas e que pouco tinham a ver com a pesquisa em si. Meu relato, no caso, poderá interessar a muita gente — em particular, pesquisadores que tenham passado ou venham a passar por “aventuras” semelhantes.

As atribuições da instituição que financiou a pesquisa no campo, exigiram um tipo de entrosamento cuja atuação se deu em três níveis distintos: nacional, estadual e nos próprios locais pesquisados. Contudo, como a coordenação do projeto havia travado contatos e discutido planos quase que exclusivamente nos níveis nacional e estadual, a pesquisa se mostrou praticamente desconhecida no nível local. Esse fato, cuja importância não foi prevista de início, acabou por provocar uma série de dificuldades.

Em primeiro lugar esteve a atuação dos motoristas, que foi especialmente problemática. As diárias de campo são prêmios altamente cobiçados, o que leva as chefias estaduais a favorecerem aqueles de sua preferência, instituindo um rodízio de pessoal de fora enviado aos locais de levantamento; conseqüentemente, muitos deles se perderam, por desconhecer a região, ou mantiveram um certo “clima de férias” que em nada se assemelhava à rotina de trabalho que mantinham na capital. Além do mais, a impossibilidade de se impor um horário rígido às entrevistas, as péssimas condições das estradas e dos carros que se quebravam e eram consertados ou empurrados no meio do caminho, os dias longos, empoeirados e sem almoço e, às vezes, sem conforto algum nos alojamentos, criaram resistências, levando até mesmo a alguns conflitos violentos entre os motoristas vindos de fora e os membros da equipe de pesquisa.

Quanto aos funcionários públicos locais, bem ou mal, estes acabam por se



adaptar ao ritmo e ao isolamento em que vivem. A luz elétrica é gerada por meio de motores a óleo que funcionam apenas algumas horas por noite. Não existe cinema ou outras diversões “urbanas”, a qualidade da imagem na televisão e a circulação de jornais e revistas são em geral péssimas e o rádio se torna o único meio de comunicação com o resto do mundo. Portanto, as opções de lazer para famílias de classe média são poucas.

Entre os homens persiste o tédio, aliviado apenas por enormes batucadas ou “peladas” nos dias de folga. As mulheres lutam dia e noite, e reclamam sem parar da poeira que impregna tudo no “verão” (época da seca) e da lama no “inverno” (época das chuvas). Costuram, fazem crochê e se preocupam com a educação dos filhos, dada a falta de boas escolas na região.

Este foi o quadro com que se deparou a equipe, na sua chegada. Ninguém compreendeu a natureza de um trabalho de pesquisa e a quantidade de esforço diário necessário para o aprendizado e a manutenção da qualidade dos resultados. Muito menos souberam reagir à juventude dos pesquisadores — rapazes e moças de 18 a 25 anos — ávidos de aventuras. Alvorçaram-se as hospi-

talidades locais, multiplicaram-se as solicitações e criou-se uma pressão permanente de desestímulo ao trabalho pelo próprio pessoal da instituição financiadora da pesquisa. Ficou impossível impor disciplina e horário à equipe, dificuldade esta não prevista e para a qual a coordenação da pesquisa estava despreparada.

Outra questão importante com respeito às condições de trabalho está nas próprias características da região. No primeiro local de pesquisa havia água encanada, mas tão poluída pelo funcionamento da agroindústria local, que vinha cheia de detritos, impedindo até mesmo o banho. Nos locais seguintes, a água precisava ser trazida de rios ou de poços afastados, em botijões, e seu aspecto era barrento. Em todos os lugares houve casos de enterites agudas, com um internamento hospitalar em estado grave. Três casos de malária (duas causadas pelo *Plasmodium falciparum* e outra pelo *P. vivax*) provocaram interrupções de vários dias no trabalho. Faltava luz à noite, assim como mesas e cadeiras para a tarefa de correção dos questionários. Os barracões abandonados que serviram de alojamento eram infestados de insetos e ra-

FRONTEIRAS NO BRASIL



A expressão *fronteira* (por vezes qualificada como agrícola, econômica, etc.), para se referir a um movimento de ocupação territorial e/ou a uma área de terra recentemente ocupada e objeto de incremento em sua exploração econômica, tem sua origem entre nós em uma transposição de um uso que se tornou corrente nos Estados Unidos (*frontier, moving frontier*), em contraste com o seu sentido europeu original de limite fixo entre países. Isso se deve à grande influência que a experiência histórica da ocupação do território dos Estados Unidos teve sobre os nossos estudiosos e que tem levado, inclusive, a muitas tentativas de comparação, das quais a mais conhecida é o já clássico *Bandeirantes e Pioneiros*, de Vianna Moog. Embora o seu uso possa sugerir que se imagina o nosso processo histórico de ocupação territorial como basicamente análogo ao

norte-americano, a verdade é que justamente a discussão sobre os contrastes também tem chamado a atenção. Como disse Richard Morse, um dos *brazilianists* mais lúcidos, “No Brasil a *fronteira* não é uma linha ou limite, ou um avanço de civilização, ou um processo unilateral ou unilinear. Devemos na verdade falar não de uma *fronteira*, mas de experiências, transações e mutações de *fronteira* múltiplas e complexas. Não podemos fixar nenhuma linha entre homem branco e índio, civilização e primitivismo, áreas ocupadas e não ocupadas, postos avançados imperiais e comunidades autônomas. A ocupação ocorreu e ainda ocorre em um padrão de arquipélago”.

Tem havido tentativas para caracterizar melhor as especificidades do fenômeno e suas variantes, por exemplo, marcando a distinção entre *frontei-*

ra demográfica e fronteira econômica. Ou, a partir do trabalho do geógrafo Leo Waibel, introduzindo as noções de *frente de expansão e frente pioneira*. Todavia, o que em geral ocorre é que o preço a pagar pelo esforço de rigor tem sido o de se criar distinções que simplificam excessivamente a complexidade das realidades estudadas, provocando por vezes outras distorções. Talvez por isso é que a noção, imprecisa, de *fronteira* continua bastante presente na literatura. Quaisquer que sejam as expressões utilizadas, nas atuais circunstâncias do avanço do conhecimento parece importante que sejam tomadas como *imagens*, e não como conceitos, para não criar a falsa impressão de resolução teórica de questões ainda em aberto.

Otávio Velho

Departamento de Antropologia,
Museu Nacional / UFRJ

tos que, à noite, passeavam sobre os entrevistadores adormecidos. Quanto às refeições, feitas sempre em botecos de beira de estrada, consistiam de arroz, feijão, macarrão, farinha, batata, rodela de tomate e algum pedaço esturricado de carne ou galinha: o indefectível “prato-feito”. Pela manhã havia apenas café preto e bolachas, pois os ovos e o leite chegavam depois do horário de saída para o campo.

O ambiente de trabalho, porém, não pode ser compreendido sem algum conhecimento das condições de comunicação em que foi realizada a pesquisa: em local algum havia telefone, correio ou telégrafo. No primeiro e no terceiro locais havia acesso ao rádio. No segundo, nem isso. Neste, um posto da Companhia Brasileira de Armazenamento (Cibrazem), situado próximo ao alojamento, possuía um rádio que se comunicava com o centro urbano mais próximo, de onde se podia enviar, quando havia portador, mensagens ao escritório local da instituição financiadora. Este, com o seu próprio rádio, retransmitia a mensagem para o escritório com o qual operava a pesquisa. Imagine-se o grau de truncamento e a deturpação das mensagens, com tantas etapas intermediárias! Em todo caso, a comunicação

pelo rádio se mostrou precária, pois esteve sujeita a interferências constantes que tornavam o discurso incompreensível, freqüentemente interrompido por mensagens codificadas devido a questões de segurança nacional. Nunca sabíamos se um pequeno recado seria despachado de imediato ou não. Tampouco tínhamos idéia do tempo necessário para encontrar a pessoa com quem se desejava falar. A resposta poderia demorar dias, horas ou apenas alguns minutos para chegar.

Mas se as comunicações foram um problema, o controle interno do material da equipe não ficou atrás. Entre um e outro local de trabalho, o transporte do material se fez por meio de caminhões da instituição patrocinadora, de carretas ou de balsas alugadas. Parte do material ficou no escritório armazenado para uso futuro — de onde quase tudo sumiu, sem explicações — e o restante viajou com a equipe. Carregava-se tudo: mesas, cadeiras, fogão, lampiões, painéis, cordas, encerados e a tralha necessária para montar o escritório e o alojamento. A falta de chaves, ou um controle mais efetivo, fez com que, ao deixarmos o segundo local da pesquisa, não encontrássemos mais fitas-cassetes, filmes, e o restante do material. Resultado:

ficamos sem as entrevistas gravadas e muitas das fotos que teriam enriquecido enormemente a apresentação dos resultados.

Resumindo, a inserção de uma atividade de pesquisa numa instituição burocrática voltada para outras formas de atuação gerou problemas inesperados que só foram resolvidos no decorrer da própria pesquisa, num processo de conhecimento mútuo, que sacrificou os resultados em relação ao que se esperava de início. Lutou-se no campo pelo uso de recursos do mesmo modo que os funcionários locais lutam entre si: por pneus, por gasolina, por gente, por qualquer coisa.

Quanto ao processo de amostragem, ficou prejudicado desde o início pela impossibilidade de acesso a dados merecedores de crédito sobre a população a ser pesquisada. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) não podia, por lei, permitir o uso de informações individualizadas e cobriu as listagens dos logradouros censitários de 1980 com “máscaras” que anulavam o endereço e o nome dos habitantes. Restou, então, somente uma indicação aproximada, por logradouro, do número de unidades domiciliares

presentes e alguns mapas imprecisos desenhados pelos recenseadores, acusando grandes diferenças em relação àqueles fornecidos pelas entidades governamentais e particulares que atuam em cada local pesquisado. Em virtude dessa precariedade de informações, o processo de amostragem efetivamente empregado no campo baseou-se no trabalho de um "pré-amostrista", que visitou os lugares antes da equipe e entrevistou técnicos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incrá), da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), da Superintendência das Campanhas de Saúde Pública do Ministério da Saúde (Sucam), da Igreja, das prefeituras e outros, inclusive os líderes das comunidades a serem pesquisadas. Formaram-se, assim, estimativas aproximadas quanto ao tamanho e a distribuição da população entre os estratos que se pretendia estudar, para nortear o cálculo do tamanho e da composição da amostra a ser levantada em cada lugar.

As entrevistas não eram obrigatórias para os colonos, que podiam recusá-las. Foi preciso, então, convencê-los a serem entrevistados, o que se mostrou por vezes difícil devido à sua desconfiança natural e à duração da entrevista. Trabalhando o dia inteiro no lote, em áreas que podem ficar bem distantes de suas casas, os agricultores param apenas para comprar algo ou resolver assuntos urgentes nos centros urbanos mais próximos. Dadas as limitações de recursos e de tempo, foi preciso reduzir o risco de se deslocar entrevistadores e carros sem encontrar o agricultor em casa ou vê-lo recusar-se a ser entrevistado, ou ainda, achar apenas um dos membros do casal, perdendo-se ora a entrevista feminina, ora a masculina. A solução adotada foi marcar com a antecedência de, geralmente, uma semana, todas as entrevistas em cada comunidade, havendo primeiro reuniões com grupos de agricultores para explicar a natureza da pesquisa e dissipar desconfianças.

Dentro desse esquema geral, o problema da amostragem traduziu-se, na prática, numa distribuição diária da equipe de entrevistadores pelos carros em funcionamento no momento, segundo as informações disponíveis sobre a qualidade das estradas e o relacionamento volátil entre entrevistadores e motoristas. Estes, por procederem de

outro local, enfrentaram problemas para encontrar as casas dos colonos cujas entrevistas haviam sido marcadas antecipadamente. Sua inexperiência com o uso de mapas e o desconhecimento da região os levaram a errar o caminho e muitos colonos, no primeiro local do levantamento, esperaram em vão os entrevistadores. Criou-se, assim, uma má vontade em relação à pesquisa, e outros colonos, por sua vez, passaram a dar calote nos entrevistadores ou não aguardar aqueles que se atrasavam. Tudo isso reduziu muito a produtividade da equipe e o tamanho da amostra.

No segundo local de pesquisa, porém, esses problemas foram resolvidos com a presença de dois acompanhantes da instituição patrocinadora que conheciam bem a região: enquanto um marcava en-

trevistas num dia e, no outro, levava os carros em caravana à casa dos colonos, o segundo tratava de marcar as visitas a serem feitas pela equipe no próximo dia. Esse rodízio durou até a equipe adquirir suficiente prática de trabalho e manejo de mapas para passar a marcar suas próprias entrevistas. O sistema funcionou muito bem do meio do período em diante, reduzindo os erros da amostra apenas às panes dos veículos ou outros imprevistos que tornavam as entrevistas interrompidas ou mesmo inviáveis, como a aparição de índios não-aculturados, assassinatos, queimadas e a própria colheita. Ainda nesse segundo local, com as vicinais recém-abertas e a mata beirando os dois lados das estradas, eram comuns as quedas de grandes troncos em consequência das queima-



das, bloqueando o acesso por vários dias. Não houve meio de se contornar o problema, que foi absorvido pela redução do tamanho da amostra.

No terceiro local de trabalho, porém, os agricultores eram bem mais antigos e formavam comunidades muito mais coesas do que nos lugares anteriores. Aqui, recusas em massa foram registradas. Sem demonstrar explicitamente sua intenção de não comparecer à entrevista, o colono apenas desaparecia na data e na hora marcadas, sob alegações variadas, o que implicou a perda de vários dias de trabalho. O problema só foi resolvido realocando-se a equipe para regiões que não dispunham de conhecimento prévio sobre a pesquisa, o que afastava a possibilidade de atitudes defensivas quanto às visitas dos entrevistadores. Como ocupávamos imóveis da instituição e tínhamos que prever os pagamentos das diárias dos funcionários que nos acompanhavam, tivemos de especificar previamente as datas de início e fim da hospedagem em cada local. Tais detalhes, que dependiam da programação interna daquela entidade, não permitiam prolongar ou encurtar a estadia num lugar, mesmo que sua produtividade tivesse sido deficiente ou excessiva. Tornava-se necessário sair de um lugar na data pré-fixada, realizar todo o levantamento no seguinte, e aí voltar ao primeiro para complementar aquilo que não pudera ser feito da primeira vez, por exemplo. Por tudo isso, a dimensão, a composição e a dispersão da amostra gerada no campo acabaram por ficar exógenas à pesquisa. O processo de amostragem se deu posteriormente pois, durante todo o levantamento, esteve fora do controle do projeto.

Essa pesquisa tentou combinar duas metodologias diferentes: a análise estatística e o estudo de caso. Na metodologia estatística, a realidade fica desmembrada em variáveis que interagem entre si. São separadas das unidades de observação, que são as pessoas entrevistadas. Os diferentes atributos e comportamentos dessas pessoas passam a constituir entidades distintas que, uma vez codificadas e quantificadas, adquirem identidade analítica independente. A manipulação estatística subsequente exige um grande número de observações segundo o grau de variabilidade nessas informações: e é essa variabilidade que se deseja estudar. Algumas variáveis foram mais bem registradas do que outras, o que nos for-

çou a trabalhar, depois, com subconjuntos menores de observações para os testes de hipóteses mais pormenorizadas, e conjuntos maiores para os testes mais gerais.

Já na metodologia de estudo de caso, a unidade de observação é o grupo de pessoas, entidades e trajetórias históricas que formam uma situação. O conhecimento é obtido através de um grande número de entrevistas com pessoas que interessam pelo grau de informação que possuem ou pelo que representam na situação mais geral. Nos locais visitados, o esforço de melhorar a amostra a ser analisada estatisticamente foi concentrado no preenchimento dos questionários pré-codificados e reduziu a captação de informações que caracterizariam

Esse método prolongou enormemente as entrevistas e deu origem à variação na qualidade da captação de informações. Em última análise, a quantidade de informação que quisemos obter foi tamanha que a veracidade e a abrangência de cada questionário dependeram do grau de motivação e sensibilidade do entrevistador no momento da entrevista, tornando-se de difícil verificação posterior. Assim, a tentativa de registrar uma grande quantidade de facetas da realidade, tornando o quadro completo, não deixou de gerar, igualmente, uma visão parcial. A opção contrária teria sido omitir de antemão parte dos aspectos a serem pesquisados, tornando a captação mais uniforme e com pretensões mais estreitas. Mas contra essa

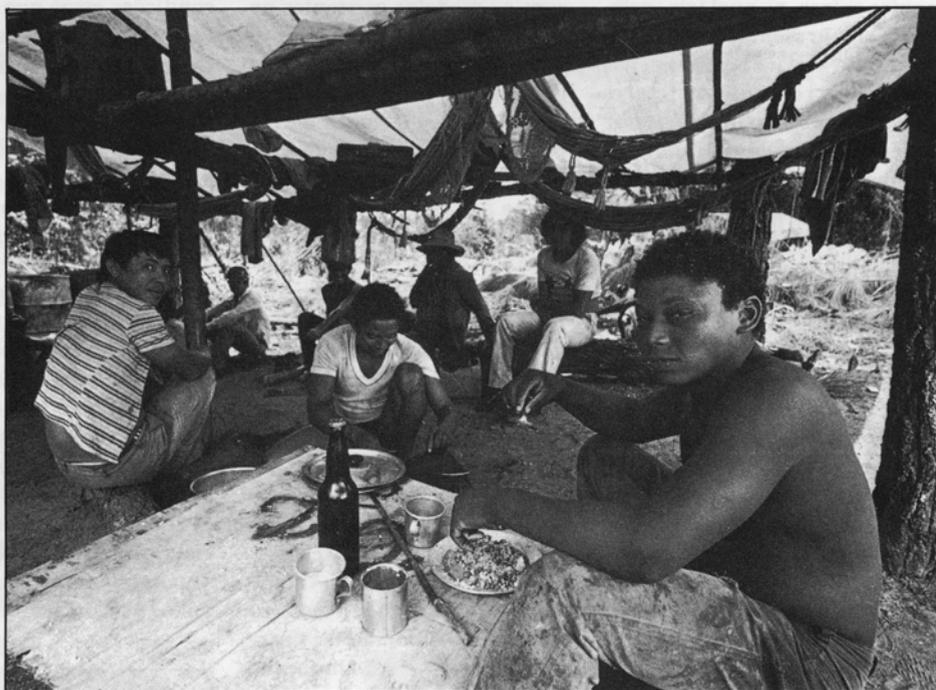


foto Julio Bernardes

a situação circundante. Sacrificaram-se, assim, muitas das entrevistas com entidades governamentais, e outras que compõem a estrutura social e econômica na qual agricultores da fronteira estão inseridos — e onde devem ser entendidos.

A associação das duas metodologias no projeto — a do estudo de caso e a de análise estatística — manifestou-se não apenas nos tipos de entrevistas diferentes, mas no próprio conteúdo inserido nos questionários. Utilizamos um tipo de informação que provém, geralmente, de entrevistas abertas, e que não é utilizado em pesquisas com finalidade de análise estatística. A sua inclusão nesses questionários exigiu, portanto, prever e pré-codificar — antes da experiência de campo — todas as alternativas possíveis.

omissão apriorística predominou a simples atração pelo desconhecido, dada a inexistência de informações alternativas ou complementares. Por outro lado, a própria experiência de tentar e não conseguir fazer a pesquisa segundo um modelo de observação pré-estabelecido foi enormemente instrutiva acerca da realidade fronteiriça tal como ela é vivida por todos os que dela participam. O cumprimento apenas parcial das metas de um trabalho ditado inteiramente de fora foi vivido, na pesquisa, de modo semelhante à experiência dos agricultores, funcionários dos órgãos governamentais e todos aqueles que se deslocam para áreas distantes da fronteira amazônica, a partir de situações sociais conhecidas e solidamente estabelecidas.

TRABALHO DE CAMPO

O ECONOMISTA E O ANTROPÓLOGO

Há várias diferenças essenciais entre a pesquisa de campo antropológica e a pesquisa econômica, de metodologia estatística.

Inicialmente, ambas representam tradições teóricas muito distintas, que determinam diferentes posturas frente ao objeto de investigação. O economista parte do princípio de que as variáveis econômicas podem ser isoladas e de que se pode estabelecer entre elas relações de causa e efeito, abstraindo o contexto social, étnico, ideológico, entre outros, no qual tais variáveis se apresentam, ou considerando esse contexto apenas como um conjunto de fatores “exógenos”, capazes de alterar o comportamento econômico mas não incorporáveis, em si mesmos, à análise. O antropólogo, por sua vez, parte do princípio de que os fenômenos sociais estão sempre interligados. Interessa-lhe investigar, justamente, *como* estão interligados; isso não significa que ele queira ou possa sempre abarcar *todas* as dimensões da vida social do grupo que pesquisa. Ao contrário, mesmo quando se interessa prioritariamente por um determinado aspecto (digamos, o econômico), considera “endógenos” todos os demais (como o político, o religioso, e outros) que se revelem importantes para entender aquele que selecionou.

Em segundo lugar, as hipóteses do economista geralmente são pré-formuladas; quando “vai a campo”, quer colher dados para testar determinadas relações causais *a priori* estabelecidas e para isso sua coleta tem que atender a critérios estatísticos de confiabilidade e representatividade. Já no caso do antropólogo, as hipóteses são em larga medida elaboradas durante ou após o próprio trabalho de campo e, embora possa utilizar como acessórios alguns procedimentos estatísticos, sua *demonstração* não se baseia essencialmente neles.

Em terceiro, as variáveis e as categorias com que o economista trabalha também costumam ser pré-estabelecidas de

acordo com os modelos analíticos inscritos na tradição da sua disciplina. São esses modelos que dizem quais os índices relevantes para detectar, medir e explicar a ocorrência de um dado fenômeno (variáveis como renda, capital, lucro, preços e outros). O antropólogo, ao contrário, tenta antes de mais nada verificar quais são as categorias, os fatores e os “índices” que têm relevância *para os agentes sociais objeto da pesquisa* e, a partir daí, averiguar se, e em que medida, estão de acordo com os modelos existentes na sua ou em outras disciplinas.

Como consequência dessas distintas posturas, os métodos de coleta empírica do antropólogo e do economista diferem muito. O primeiro, geralmente, se fixa por período prolongado junto a um ou poucos grupos sociais específicos, utiliza basicamente entrevistas abertas e informais e coloca-se na posição de “observador participante” das atividades do grupo. Seu objetivo é captar ao máximo as inter-relações entre as várias facetas dos fenômenos que observa e a maneira como os próprios atores sociais vêem, explicam e vivenciam tais fenômenos. Já o economista no campo procura estudar o seu subconjunto pré-delimitado de variáveis num universo amplo, de forma a compor uma amostra estatisticamente representativa. Troca a conexão entre o fato econômico e cada contexto social particular pela amplitude da observação e pela generalidade das conclusões. O contraste entre os dois métodos, visto da perspectiva da antropologia, está contido numa frase do famoso antropólogo britânico E.E. Evans-Pritchard, publicada em seu livro *Bruxaria, Oráculo e Magia entre os Azande*: “Um único informante intimamente conhecido é, muitas vezes, uma fonte mais confiável de informação do que as afirmações agregadas de muitos informantes menos conhecidos”.

Para o economista, todo incidente ou imprevisto que comprometa as dimensões da amos-

tra e dificulte o acesso àquelas informações específicas pré-selecionadas constitui um *obstáculo* à pesquisa e ao conhecimento, enquanto que para o antropólogo os mesmos incidentes podem representar *adição* ao conhecimento que almeja. Como prevê menos, tende a enfrentar menos imprevistos e, embora também esteja sujeito a dificuldades e atribuições no campo, geralmente está mais preparado para adaptar-se a condições de vida muito diferentes das suas cotidianas — condições essas que passam a fazer parte não só das experiências e aventuras pessoais do pesquisador, mas também do objeto da análise e da formação profissional de cada antropólogo.

É requisito básico do trabalho do economista garantir a confiança estatística da sua amostra; é requisito essencial da pesquisa do antropólogo conquistar a confiança dos seus entrevistados. Enquanto o economista se preocupa em manter sob controle a amplitude, dispersão e uniformidade dos dados colhidos, o antropólogo preocupa-se em controlar as condições nas quais se processa seu contato com o grupo investigado, procurando as melhores

vias de entrada no campo, atendendo para as implicações dos seus vínculos sociais e institucionais, avaliando as consequências para a qualidade das informações do modo como é visto pela comunidade e assim por diante.

Das diferenças esquematicamente apontadas acima, pode resultar a bifurcação em duas linhas de pesquisa estanques e incomunicáveis ou, pelo contrário, um mútuo enriquecimento. Para o antropólogo interessado em fenômenos econômicos, a multiplicação de trabalhos feitos por “economistas de campo” — coisa hoje rara — poderia fornecer parâmetros mais gerais que lhe permitissem situar os seus “casos” específicos num contexto determinado. Para o economista, a consideração da experiência acumulada pelos antropólogos e dos elementos com que essa experiência permite lidar serviria, no mínimo, para reduzir muitos dos imprevistos e atribuições que enfrenta no trabalho de campo quando, heróica e incautamente, se aventura a empreendê-lo.

Leonarda Musumeci

Professora-Assistente de Antropologia Econômica, Faculdade de Economia e Administração da UFRJ



Em resumo, são três as principais questões gerais levantadas por esta experiência de campo: uma *substantiva*, uma *institucional* e outra *profissional*. A primeira delas está ligada ao valor do tipo de informação colhida em pesquisas que são muito menores do que um censo, atribuição clássica do setor público, mas muito maiores do que um estudo de caso, modelo predominante da pesquisa de campo universitária em ciências sociais. A lacuna existente entre esses dois tipos de trabalho constitui-se de um grande número de hipóteses que exigem generalidades do tipo “além do caso”, para serem relevantes do ponto de vista de orientação de política sem, contudo, necessitar um levantamento ou mesmo uma grande amostra para convencer da extensão de sua incidência no mundo real. No Brasil, são hipóteses que podem ser estudadas com amostras muito menores do que as enquetes especiais do IBGE, mas que exigem análise estatística e, deste modo, tamanho de amostra, padronização e impressão de instrumentos de coleta, além de recursos de computação, consideráveis em relação às possibilidades do meio acadêmico.

Em economia, tais levantamentos de porte médio são adequados às proposições empíricas que analisam diferentes tipos ou estratos de unidades decisórias individuais inseridas em sistemas econômicos heterogêneos e que focalizam a dinâmica da evolução de tais conjuntos como resultado das interações entre seus componentes. O tamanho da amos-



foto Kim-Ir-Sen

tra é o estritamente necessário para conseguir-se respaldo estatístico capaz de apoiar as hipóteses empíricas sobre os comportamentos individuais internos a cada sistema. Mas a ocorrência repetida de sistemas semelhantes em diferentes setores de atividade econômica, e em zonas geográficas distintas, uma vez bem caracterizadas, reduz o tamanho da amostra total e confere generalidade aos resultados baseados apenas nas principais “situações-tipo” identificadas.

Tais estudos não podem ser feitos por empreendimentos censitários ou outras enquetes que presumem, como ponto de partida teórico, a presença de apenas um tipo de sistema econômico — aquele em que os mercados de produtos, insumos e trabalho são competitivos, bastando a estrutura de preços relativos para caracterizá-los. Por não captarem as transações diretas, isto é, extrapreço ou extramercado, entre unidades de observação distintas, nem registrarem como os contextos históricos ou ambientais truncam ou, de outra forma, limitam seus espectros de atuação individual, perdem a capacidade de analisar as interações dinâmicas que determinam a evolução de um sistema econômico particular, visto como um conjunto. Perde-se, então, a possibilidade de formar uma agregação realista da estrutura heterogênea da economia como um todo, ou de identificar os processos de transformação estrutural — interações entre sistemas econômicos distintos — que determinam a evolução dinâmica das economias subdesenvolvidas.

No projeto em questão, tentou-se, justamente, realizar um levantamento de porte médio caracterizando, primei-

ro, os sistemas econômicos que predominam na ocupação da fronteira pela pequena produção agrícola e selecionando, dentre os pontos geográficos identificados, apenas alguns locais para a pesquisa de campo. Uma vez em cada um deles, colheu-se uma amostra de tamanho suficiente para a realização de uma análise estatística planejada previamente sobre o comportamento econômico do pequeno agricultor de fronteira. A caracterização adequada dos sistemas econômicos estudados permite que os resultados sejam generalizados para além da amostra colhida, contribuindo para aumentar a compreensão da ocupação da fronteira amazônica em geral.

A segunda questão que a experiência de campo motivou — a institucional — está ligada ao fato de que, no Brasil, o ramo executivo do serviço público tem a capacidade de concentrar recursos para pesquisa em escala muito maior do que as universidades e instituições científicas, possibilitando investigações mais dispendiosas. Tais pesquisas podem, conseqüentemente, suprir uma importante lacuna de informação, consumindo percentagens ínfimas das dotações orçamentárias e do tempo dos funcionários das instituições patrocinadoras. No entanto, há um tipo de ineficiência inata ao processo de pesquisa num ambiente burocrático que leva a um grande desperdício dos volumosos recursos empenhados. Isto porque o funcionário do poder executivo brasileiro passou muito tempo sem confrontar-se com seu “cliente”, ou seja, o público em geral, e suas ações tendem a diluir-se numa infinidade de passos intermediários, antes de surtir algum efei-



foto Julio Bernardes



to no mundo externo à máquina governamental. À falta desse confronto — tipificado pelos processos eleitorais periódicos —, as ações de serviço público ficam desprovidas de um crivo de avaliação externa. Seus funcionários se acostumam à prática de transferir responsabilidades para instâncias superiores e adiar decisões no vai-e-vem burocrático. Desconhecem, enfim, o nível de exigência necessário a um trabalho de pesquisa. Este, porém, será fatalmente julgado, cedo ou tarde, pela comunidade acadêmica nacional e/ou internacional, fazendo reverter ao órgão executor sua maior ou menor competência durante o próprio processo de execução. A consciência do pesquisador em relação a tal avaliação e o descaso manifestado pelo funcionário que, em última instância, é quem executa a pesquisa, elevam o nível de tensão pessoal e institucional no qual todos trabalham, reduzindo ainda mais a eficiência do conjunto.

Por outro lado, o momento da pesquisa permite que o “lado recebedor” ganhe finalmente a chance de se manifes-

tar diretamente. Ao fazê-lo pode optar por não responder aos quesitos exigidos pelo pesquisador, mas pode expressar sua insatisfação com a instituição patrocinadora da pesquisa recusando-se a ser entrevistado ou alterando as respostas. Esta questão política pode comprometer todo o esforço de pesquisa de campo, mesmo quando bem resolvidos os problemas metodológicos.

Isso conduz à terceira questão levantada pela experiência de campo — a *profissional* — que é o desgaste pessoal e o sacrifício de empreender-se tal trabalho. O tempo gasto entre a concepção das proposições empíricas a serem pesquisadas e a posse dos dados em forma analisável, segundo as técnicas estatísticas selecionadas, pode atingir meses ou anos, dependendo da maior ou menor eficiência com que os passos intermediários do levantamento — planejamento, execução e correção — são cumpridos. Em todo esse período, há inúmeros momentos criativos na superação dos obstáculos conceituais e operacionais que vão surgindo, mas que

não trazem rendimento numa carreira profissional. Só o primeiro momento, o de equacionar o problema, e o último, o de apresentar os resultados da análise empírica, são apresentados à comunidade acadêmica e ao público em geral. Talvez por isso projetos deste tipo atraíam tão poucos economistas. Certamente, uma das melhores maneiras de encontrar uma pesquisa é usar dados já coletados! As experiências que relatamos, entretanto, poderão servir de alerta quanto à qualidade de tais dados — cujas condições de coleta não são muito melhores do que as aqui descritas — permitindo talvez um maior espírito crítico no seu uso.

Apesar de tantos problemas, a pesquisa de campo em economia é fundamental para o progresso do conhecimento sobre países do terceiro mundo, como o nosso. O desafio de hoje é ter suficiente abertura analítica para absorver as especificidades históricas sem comprometer o esforço de generalização que é essencial à economia. Esse conflito entre o particular e o geral tem que ser resolvido em cada pesquisa. É só adquirindo uma experiência que se pode evitar a repetição de erros metodológicos, elevar a qualidade dos dados e aumentar o atrativo da coleta direta de informações para economistas. Caso contrário, a falta de prática na realização de pesquisas de campo em economia, continuará a gerar apenas resultados negativos. Não se profissionaliza este tipo de atuação e cada um que se aventura recomeça sempre do nada e repete os erros de seus antecessores, arcando com o desgaste excessivo resultante. Confirma, então, para si mesmo e seus colegas, a opinião generalizada entre economistas, de que pesquisa de campo “... é coisa para antropólogos”.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- CARDOSO DE OLIVEIRA R. — *A Sociologia do Brasil Indígena*, Ed. Tempo Brasileiro, 1978.
- MARTINS J.S. — *Capitalismo e Tradicionalismo*, Livraria Pioneira Ed., 1975.
- MORSE R. (org.) — *The Bandeirantes*, Alfred A. Knopf, 1967.
- VELHO O.G. — *Frentes de Expansão e Estrutura Agrária*, Ed. Zahar, 1981.
- WAIBEL L. — “As zonas pioneiras do Brasil”, *Revista Brasileira de Geografia*, ano XVII, n.º 4, 1955.

Edição de texto: Christina Miguez

**Palavras, palavras, apenas palavras.
Mas algumas delas podem transformar o mundo.**

**Trabalho.
Competência.
Idéia.
Talento.
Amor.
Luta.
Criação.
Participação.
União.
Verdade.
Democracia.
Gente.
Fé.
Esperança.
Educação.
Saúde.
Honestidade.
Autenticidade.
Igualdade.
Fraternidade.
Justiça.
Experiência.
Sensibilidade.
Arte.
Povo.
Paz.
Livro.
Poesia.
Imaginação.
Inteligência.
Cultura.
Informação.
Imprensa.
Liberdade.
Jornal.
Brasil.**

*Uma palavra
escrita tem força para
escrever uma nova
história.*

FREUD EXPLICA?



qualquer outro, valorizou os aspectos agressivos do narcisismo em dois trabalhos clássicos. Em ambos, o narcisismo é visto como uma forma de ataque à realidade para proteger o indivíduo dos sintomas de frustração e de inveja aos objetos. Assinala que os estados narcísicos onipotentes estão dominados pelos mais violentos processos destrutivos, de tal modo que a parte libidinosa do *self* está quase completamente ausente ou perdida.

A tarefa de examinar a violência no plano social não é psicanalítica. Em nossos consultórios, quando atendemos pacientes submissos e começamos a ver que esses pacientes passam a se revoltar contra situações importantes de injustiça, consideramos isso como um sinal de que o paciente está melhorando. Importa ver a agressividade também pelo seu aspecto positivo. Sabemos que, ao início dos processos de vida, a criança é incapaz de adiar satisfação. Quando tem fome não sabe esperar, chora e esperneia, mos-

trando-se agressiva até receber o alimento que lhe é devido. Com o crescimento, a criança vai podendo adiar satisfação, muito em benefício da esperança, da expectativa de poder ter a satisfação atendida em nível melhor no futuro. Nesse sentido, podemos dizer que o princípio da realidade é tão-somente o adiamento do princípio do prazer que exige a satisfação de algumas necessidades básicas. A primeira é a necessidade de alimento, sem a qual sequer podemos sobreviver; depois, a demanda de amor. Quem nada tem a perder é necessariamente um agressor em potencial.

Os problemas da violência no plano social devem ser vistos dentro da ligação que se estabelece entre as classes privilegiadas e as classes sem nenhum privilégio e que é uma *relação violenta*: os exageros de gastos com supérfluos constituem uma violência àqueles que não têm o indispensável. A sociedade de consumo há que ter uma *relação violenta* com a grande maioria dos carentes. Só

a diminuição das diferenças pode melhorar a situação.

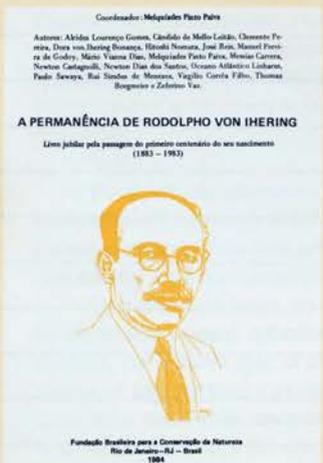
A psicanálise tem dito pouco sobre a violência social porque não tem muita coisa a dizer. Freud já assinalou que isso é um problema de ordem social e não individual. A voz do psicanalista, mesmo a de Freud, é insatisfatória. A solução será tentar dar a todos os meios suficientes para ter uma vida digna. É uma tarefa política de melhor distribuição de rendas. O livro de Jurandir Freire Costa lida com alguns problemas de violência e identidade, racismo, autoritarismo e narcisismo. A impressão que fica após cada capítulo é de insatisfação. Parece, sempre, que o essencial dos problemas continua intocado. Vale, entretanto, o levantamento das questões para a meditação do grande debate político sobre a violência, onde o psicanalista pode atuar melhor como cidadão.

Eustachio Portella Nunes
Instituto de Psiquiatria — UFRJ

Violência e psicanálise, de Jurandir Freire Costa. Rio de Janeiro, Graal, 1984, 189 p.

Na literatura psicanalítica foi sobretudo a escola inglesa, por sua aceitação da pulsão de morte, que estabeleceu as ligações mais estreitas entre violência e narcisismo. Rosenfeld, mais do que

REMEMORANDO UM GRANDE NATURALISTA



Rodolpho von Ihering, que se tornou o fundador da piscicultura “racional e nacional”, como ele mesmo dizia, foi um exemplo disso, pois iniciou sua carreira com o grande naturalista alemão Hermann von Ihering, seu pai, primeiro diretor do Museu Paulista.

O livro que agora surge — em comemoração ao centenário de nascimento de Rodolpho, ocorrido em 1983 — mostra que a regra acima se estendeu aos discípulos diretos, que captaram seu modo de meter-se na vida dos animais para entendê-la; mas sua influência também despertou vocações entre aqueles que, sem chegar a conhecê-lo, leram, em criança, seus livros, como *As férias no Pontal*, *No campo e na floresta*, *Contos ... de um naturalista* e *Atlas da fauna do Brasil*.

No presente livro jubilar, onze seguidores e colegas relatam recordações sobre a vida pessoal e científica de Ihering. Quatro dessas contribuições (as de Paulo Sa-

waya, Mário Vianna Dias, Alcides Lourenço Gomes e Dora von Ihering Bonança) foram lidas na sessão em sua homenagem, na Academia Brasileira de Ciências, de que era membro fundador. Além disso, incluíram-se nove artigos já publicados por ocasião de sua morte, em 1939.

Compôs-se, assim, uma biografia leve e multifacetada, que revela um naturalista perspicaz, de cultura abrangente e ânimo vivo, dedicado à pesquisa, tanto básica como aplicada, despidido de vaidade ou cobiça e cheio de ternura por sua família biológica e científica.

Sua obra percorreu cinco direções entrelaçadas: a do zoólogo sistemata, a do biólogo que observa como vivem os animais, a do técnico que renovou a piscicultura, a do divulgador da ciência e a do defensor da Natureza.

Como taxionomista, segundo a lista coligida por Hitoshi Nomura, descreveu oito gêneros e 70

espécies de vespas, lepidópteros, aves e principalmente peixes. Vinte e sete espécies foram denominadas com o seu nome por outros autores.

Em seus livros *Da vida dos peixes — ensaios e cenas de pescaria*, *Da vida dos nossos animais* e *Dicionário dos animais do Brasil*, obra até agora não superada, descreve, em tom coloquial e cheio de verve, aspectos da biologia de nossa fauna, derivados, em parte substancial, de suas próprias observações.

Na parte aplicada, seu nome se associa, na bibliografia internacional, à descoberta e padronização, feita com colaboradores e discípulos, do método de hipofixação para obter a desova dos peixes em cativeiro. Consiste o procedimento em injetar um macerado de hipófises de peixes nos reprodutores, para precipitar a desova e a fecundação, que, de outra forma, ficam na dependência de fatores ecológicos impossíveis

A permanência de Rodolpho von Ihering, organizado por Melquíades Pinto Paiva. Rio de Janeiro, Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1984, 212 p.

Conviver com grandes homens de ciência é o melhor meio de chegar a ser um deles. O gaúcho

de replicar no laboratório. Tornou-se assim rotineira a produção de alevinos de peixes de rio, para o estudo de suas exigências e distribuição, para criação comercial, em açudes e lagoas. Por outro lado, após os necessários estudos ecológicos, Ihering introduziu nos açudes do Nordeste várias espécies de alta qualidade, transportadas do Amazonas e do São Francisco, de maior porte do que as que lá viviam. Hoje, pela reprodução natural, como no caso do pirarucu, ou induzida por hipofisização feita em cinco estações no Polígono das Secas, seguida da distribuição anual de mais de um milhão de alevinos por uma centena de açudes, a iniciativa de Ihering floresceu numa produção anual de 20 mil toneladas de pes-

cado, segundo informa Newton Castagnolli.

Ihering publicou vários livros de sucesso para crianças e adolescentes, e muitos artigos em jornais e revistas de agronomia sobre os mais diversos aspectos da biologia aplicada. Foi, como diz José Reis, "um dos pioneiros mais eficazes da divulgação científica em nosso país e um dos primeiros autores a introduzir em livros escolares a visão real de nossa história natural. Esse aspecto de sua obra há de permanecer, fulgurante, entre as muitas facetas do monumento zoológico que nos legou."

Alcides Lourenço Gomes resume assim a obra conservacionista de Ihering: "A proteção da Natureza sempre foi tema de sua

predileção. Através da vida desenvolveu um verdadeiro apostolado em favor de nossos animais nos seus escritos de divulgação e em artigos de jornais. (...) De suas campanhas, nesse particular, destacam-se a polêmica contra a introdução do pardal europeu, a luta contra a disseminação da carpa e a defesa do urubu."

Quem se interessa pela vibrante quadra da história de nossa ciência centrada em Ihering apreciará também seu livro póstumo, de notas, pequenos ensaios e fragmentos reunidos por sua filha e colaboradora (Rodolpho von Ihering e Dora von Ihering Bonança, *Ciência e belezas nos sertões do Nordeste*. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras contra

as Secas, 1983). Ela própria preenche a metade do livro com preciosas recordações sobre o ambiente e o povo do Nordeste e da Amazônia e peripécias das excursões que realizou com o pessoal da Comissão Técnica de Piscicultura, tendo seu pai à frente. O livro é primorosamente ilustrado com desenhos e aquarelas feitos na ocasião por Alfredo Norfini, artista da Comissão.

Aqueles que lerem esses livros se enternecerão vendo alçar-se, dos relatos vívidos de seus companheiros, a figura, acima de tudo inspiradora, de um grande naturalista.

Oswaldo Frota-Pessoa
Departamento de Biologia — USP



NA ESTANTE

- A incidência de displasias ectodérmicas cresceu acentuadamente nos últimos anos, e exatamente por isso fazia-se necessário um manual sobre o assunto para profissionais de saúde. O livro *Displasias Ectodérmicas*, de Newton Freire-Maia e Marta Pinheiro, lançado há pouco pelo Centro de Estudos de Displasias Ectodérmicas (CEDE), do Depto. de Genética da Universidade Federal do Paraná, busca justamente preencher esta lacuna. A leitura deste manual pode ser útil às famílias com casos de displasia ectodérmica, que poderão obter maiores informações, orientação e aconselhamento sobre o assunto, gratuitamente, junto ao CEDE: caixa postal 19071 — CEP 80000 — Curitiba, PR.
- "O atraso relativo do Brasil no tocante às aplicações agrícolas da biotecnologia ainda é pequeno, mas poderá tornar-se intransponível antes do fim desta década. As chances de alguma autonomia tecnológica nesta área, portanto, serão decididas agora: este ano, no ano que vem, um ou dois anos mais.

Esta decisão precisa ser tomada e, para tal, precisa-se informar e formar opinião pública a respeito."

Este é o propósito da obra coletiva *Biotecnologia e Agricultura*, organizada por Anna Luiza Ozório de Almeida e coeditada pela Vozes e pela Biomatrix. O livro reúne trabalhos de Alcino Ferreira Câmara Neto, Sônia Gomensoro, Inês Emilia de M. Sarmiento Patrício e João da Silva Maia sobre a necessidade de uma política para o desenvolvimento autônomo da biotecnologia brasileira, especialmente no setor agrícola.

- Qual a cotação do dólar no mercado paralelo hoje? Basta abrir os jornais para que esta pergunta seja respondida. Mas se você está interessado em saber porque — isto é, as principais variáveis que determinam o comportamento do mercado paralelo de dólares no Brasil — a leitura do livro de Clarice Pechman, recentemente lançado, pode ajudar. Trata-se de *O Dólar Paralelo no Brasil*, editado pela Paz e Terra, que também aponta alguns fatos interessantes em distintas fases da política cambial brasileira no período entre 1946 e 1984, que se refletiram de imediato sobre o ágio do dólar no país.

- A partir de reflexões em torno da violência contra a mulher, a Zahar Editores acaba de lançar o livro *Sobre Mulher e Violência*, quarto volume da coleção *Perspectivas Antropológicas da Mulher*, que aborda uma discussão tornada notória com os famosos crimes passionais ocorridos no início dos anos 80. O livro contém um conjunto de artigos que investigam a natureza da violência na qual a condição de sexo emerge como determinante, escritos por Marilena Chauí e Maria Célia Paoli, além de contribuições dos SOS-Mulher, relatando e explicitando objetivos e linhas de ação destes organismos de atendimento às mulheres vítimas de agressões. O livro faz parte de uma iniciativa que pretende criar um espaço sistemático para a discussão da condição feminina na sociedade brasileira.
- *As Empresas Médicas*, de Hélio Cordeiro, lançado pela Graal, procura dar uma visão das transformações recentes da prática médica no Brasil. As formas de constituição e desenvolvimento das empresas de medicina de grupo no seio do complexo médico-empresarial e estatal, e suas relações com os demais segmentos deste com-

plexo, são detidamente analisadas pelo autor. O livro é o volume nove da coleção "Biblioteca de Saúde e Sociedade", sob a direção de Reinaldo Guimarães.

- Um guia prático para se defender da violência dos bandidos e dos excessos da polícia. Este é o livro *Você e a Violência*, da coleção "Conheça seus Direitos", que a Ordem dos Advogados do Brasil e o Instituto de Ação Cultural acabam de lançar. Miguel Darcy de Oliveira, Leila Linhares Barsted e Rosiska Darcy de Oliveira escreveram o livro cujas ilustrações são de Miguel Paiva. O advogado Nilo Batista foi o consultor jurídico.
- "Todo o esforço pela criação de um sistema de ciência e tecnologia, que se verificou no Brasil desde o final da Segunda Guerra Mundial, pode ser comprometido se não se estabelecerem sólidos vínculos entre a política tecnológica e a política industrial" adverte o livro *Tecnologia e Soberania Nacional*, de Waldimir Pirró e Longo, que a Companhia de Promoção de Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de São Paulo (Promocet) e a livraria Nobel acabam de lançar.

O LEITOR PERGUNTA

FIBRAS ÓPTICAS: A VOZ PELA LUZ

“O que é a fibra óptica chamada ‘índice gradual’?”

Não será problemático substituir toda a infra-estrutura do sistema telefônico convencional para instalar as fibras ópticas?

Como é possível transmitir 480 ligações simultaneamente?”

William dos Santos Mello

Rio de Janeiro (RJ)

Uma fibra óptica é constituída por dois cilindros concêntricos, o núcleo e a casca (ver figura 1), sendo que o primeiro tem índice de refração mais elevado do que o segundo. Este índice de refração (n) está ligado à velocidade (v) de propagação da luz no meio, pela relação $v=c/n$ (onde c é uma constante igual à velocidade de propagação da luz no vácuo).

As fibras ópticas podem ser classificadas segundo o perfil do índice de refração no núcleo: temos a fibra de “índice de grau” (figura 2), quando o índice é uniforme, e a de “índice gradual” (figura 3), quando ele decai do centro para as bordas. Eis a resposta à primeira pergunta. Vale ressaltar que a diferença entre o índice de refração do núcleo e da casca é responsável pelo confinamento do feixe de luz no núcleo, até atingir uma das pontas, como veremos mais tarde.

Figura 1

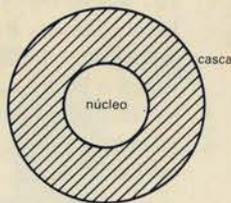


Figura 2

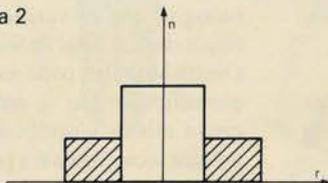
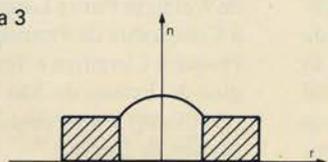


Figura 3



Atualmente, a maior utilização de fibras ópticas ocorre para a transmissão de informações, principalmente em sistemas de telecomunicações. Isto se deve a várias razões, das quais podemos destacar três:

Em primeiro lugar, porque as fibras ópticas têm uma capacidade (banda passante) muito superior aos meios convencionais. A outra razão está ligada à tendência moderna de trabalhar, em telecomunicações, unicamente com sistemas digitais que associem a transmissão de voz humana à de dados — as fibras ópticas são mais eficazes para transportar sinais digitais (descontínuos) do que analógicos (contínuos). E finalmente porque as fibras ópticas são dielétricas (isolantes), portanto, são imunes aos problemas de interferência eletromagnética e possibilitam o isolamento elétrico dos equipamentos a que estão ligadas, o que é extremamente útil.

O fato de as fibras serem recomendadas para sistemas digitais faz com que só venham sendo colocadas em novas instalações, e não nos sistemas analógicos da infra-estrutura antiga de telecomunicações. O que responde à segunda pergunta do leitor. Mas como são transmitidas as mensagens pelas fibras ópticas?

O guiamento da luz nas fibras é devido ao desvio de um feixe luminoso sempre que existe uma variação de índice de refração. Na fibra de índice de grau, esta variação aparece de forma abrupta na fronteira entre o núcleo e a casca. Assim, todos os raios que incidem nesta fronteira com um ângulo θ inferior a um certo ângulo θ_c serão totalmente refletidos, ficando confinados no núcleo até atingirem uma das pontas. No exterior da fibra, os raios guiados estarão contidos em um cone, como mostra a figura 4.

Na fibra de índice gradual, a variação do índice no núcleo é progressiva, fazendo com que o desvio dos raios luminosos também seja progressivo e resulte na trajetória parabólica representada na figura 5.

Figura 4

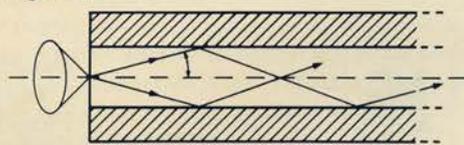
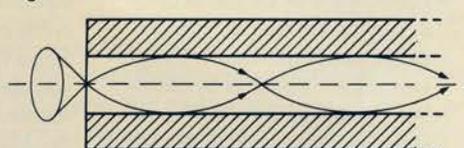


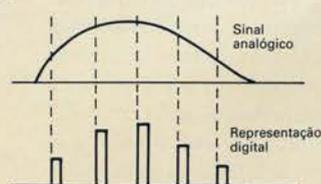
Figura 5



A transmissão de várias ligações simultâneas é possível graças à técnica de Multiplexação por Divisão de Tempo (MDT), em que intervalos de tempo bem determinados são associados a cada canal de comunicação. Para examinar de perto o princípio deste método, veremos como se faz a transmissão digital de canais de voz.

Na figura 6 estão esquematizados um sinal analógico e uma representação digital deste sinal. Nesta, a amplitude dos pulsos (a intervalos de tempo regulares) é diretamente proporcional à amplitude do sinal original. Uma relação matemática determina que, se a frequência de amostragem do sinal analó-

Figura 6



O LEITOR PERGUNTA

gico pelos pulsos digitais for pelo menos o dobro da frequência do sinal analógico, toda a informação contida na representação analógica estará igualmente contida na representação digital. Porém a transmissão direta desta sequência de pulsos modulados em amplitude apresenta uma série de inconvenientes ligados à existência de flutuações (ruído) nos componentes eletrônicos. De uma forma geral, é mais conveniente a transmissão digital de um código binário, ou seja, com apenas dois valores: 0 e 1. Para tanto, é necessário efetuar uma conversão analógica-digital em que a amplitude dos pulsos passa a ser representada por palavras de 8 bits (dígitos) antes da transmissão.

Considera-se normalmente que as frequências significativas da voz humana são inferiores a 4.000 ciclos por segundo (4kHz). Assim, considerando a

relação matemática citada anteriormente, a amostragem com 8.000 pulsos por segundo permite representar o sinal de voz. Se considerarmos que cada pulso de amostragem será codificado em 8 bits, temos que 64kbits/segundo serão necessários para a transmissão de um canal de voz. Suponhamos agora um sistema de transmissão operando a 2,048Mbits/seg. Isto equivale a 32 vezes a frequência básica de 64Kbits/seg, ou seja, a 32 canais telefônicos. Destes, dois são geralmente utilizados para a transmissão dos códigos que permitem a identificação dos diversos canais, e o bloco básico de 2,048Mbits/seg corresponde a 30 comunicações telefônicas simultâneas. Quatro destes blocos podem ser novamente multiplexados (entrelaçados), a 8Mbits/seg, para termos 120 canais, e assim sucessivamente. Representamos, na tabela, os diversos padrões adotados atualmente na multiple-

| Multiplexação Digital de Canais Telefônicos (Grupos Padrão) | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|
| Número de canais | | Frequências |
| 30 | 1 de sinalização+ 1 de sincronismo | 2,048 Mbits/seg |
| 120 | (4 × 30) | 8,448 Mbits/seg |
| 480 | (4 × 120) | 34,368 Mbits/seg |
| 1920 | (4 × 480) | 139,364 Mbits/seg |
| 7680 | (4 × 1920) | 565 Mbits/seg |

ção digital de canais telefônicos.

No Brasil, hoje, a Telebrás está testando o sistema ELO 34, em que 480 canais são multiplexados e transmitidos digitalmente por fibras ópticas. Este sistema, por enquanto, será utilizado apenas em ligações entre centrais de uma mesma cidade. (ver "Produção nacional de fibras ópticas" em *Ciência Hoje* n.º 1, página 4).

Walter Carvalho — Elebra, Campinas (SP)

A Metal Leve, desde sua fundação, tem tido como um de seus objetivos o desenvolvimento científico e tecnológico — uma filosofia de desenvolvimento permanente que abrange todas as suas áreas de atuação.



METAL LEVE

R. Basílio Luz, 535 - Sto. Amaro - SP - Fone: 522-7011



O ESTADO DE SÃO PAULO — foto Alberto Marques

Vila Socó — maio de 1984

CUBATÃO, SAN JUAN, BHOPAL:

“AS TERRAS QUE O DIABO HABITA”

Estocolmo, 1972. A delegação brasileira define sua posição na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente: “entre a poluição da pobreza e a poluição industrial, optamos pela segunda, como estratégia de desenvolvimento.”

Vila Socó, fevereiro de 1984. Mais de 300 mortes estimadas, centenas de famílias desabrigadas e traumatizadas pela tragédia de um incêndio “acidental” e sem culpados, causado pelo vazamento de um oleoduto da Petrobrás. O problema continua, de forma intermitente e com uma pequena diferença: antes vazava óleo e gasolina, agora trata-se de nafta. Na ocasião do incêndio, habitavam sobre o mangue, em barracos de madeira, mais de 1.200 famílias, 58% das quais compostas de migrantes do Norte e Nordeste do país; 30% dos moradores eram analfabetos; 90% deles desejavam mudar-se dali, mas não tinham condições de fazê-lo.

San Juan, cidade do México, novembro de 1984. Mais de 500 mortos, milha-

res de famílias desabrigadas e traumatizadas pela tragédia de outro incêndio “acidental” — e, ao que se saiba, também sem culpados — causado pelo vazamento de gás de um depósito da Pemex, empresa estatal que explora o petróleo e seus derivados nesse país.

Bhopal, Índia, dezembro de 1984. Mais de 2.500 mortos, dezenas de milhares de famílias desabrigadas e traumatizadas pela tragédia provocada pelo vazamento... acidental — sem culpados? — de isocianato de metila, estocado em uma fábrica de fertilizantes pertencente à Union Carbide. Comoção mundial. (Incontinenti, o sr. Paulo Figueiredo, presidente da subsidiária brasileira dessa empresa, garantiu que não havia entre nós nenhuma carga do perigoso produto. No dia seguinte, porém, a carga que não existia apareceu em plena via Anchieta, a caminho de Cubatão, sob escolta da polícia e das câmeras de televisão. O ministro dos Transportes, Cloraldino Severo, não viu no episódio nada de anormal: “se os riscos são inevitáveis,

a população deveria estar preparada para conviver com eles”).

Há diversos traços comuns entre as três grandes catástrofes ocorridas em 1984, o que fortalece a idéia de que não estamos diante de acasos, ou de acontecimentos, inevitáveis. Eis algumas semelhanças:

1. todos eles ocorreram em países do Terceiro Mundo, considerados como exemplos de industrialização rápida, com grande contingente populacional e desigualdades sociais flagrantes.

2. as populações diretamente atingidas viviam em cidades industriais, satélites de grandes conglomerados urbanos, cuja estrutura social não é capaz de produzir barreiras institucionais suficientemente fortes para enfrentar o peso político das grandes empresas.

3. as vítimas eram trabalhadores marginalizados das riquezas produzidas em suas próprias cidades, enquanto as indústrias envolvidas pertencem a grandes empresas estatais ou multinacionais, detentoras de altos faturamentos e

de um desempenho econômico situado entre os melhores em seus respectivos países.

4. em todos os países atingidos a legislação referente à proteção do meio ambiente e à segurança do trabalho é letárgica, fruto de acomodações casuísticas promovidas pelos *lobbies* industriais e/ou pela idéia de "segurança nacional".

5. em nenhum dos casos o movimento sindical é suficientemente forte para promover outras reivindicações, além das relativas a melhorias salariais, estabilidade no emprego e diminuição da jornada de trabalho.

Cubatão percorreu um caminho cheio de insensatez e descaso pelo homem e pela natureza até chegar ao absurdo e trágico incêndio de Vila Socó. Ao longo do tempo, lenta e inexoravelmente, as árvores da encosta da serra do Mar morreram, os peixes desapareceram dos rios, as crianças — em número cada vez maior — passaram a enfrentar crises de asma e os operários tornaram-se vítimas de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, entre as quais o câncer. O transporte e manuseio de produtos químicos perigosos não mereceu controle rígido e eficiente. Nem um metro quadrado de rede de esgoto entrou em funcionamento em todo o município ao longo deste tempo. A falta de uma política habitacional decente produziu o atual índice de 60% de favelização entre os habitantes locais, na maioria trabalhadores das indústrias que, em 1983, faturaram mais de Cr\$ 1,5 trilhão e arrecadaram aos cofres municipais Cr\$ 900 bilhões em taxas e impostos.

É espantoso. As tragédias sociais de que estamos tratando ocorreram em contextos marcados por sucessos empresariais e pela insensibilidade política do Estado. Doze anos depois da Conferência de Estocolmo, ficamos com as duas poluições, a industrial e a da pobreza.

Para efeitos didáticos, podemos identificar, grosso modo, dois conjuntos de fatores que propiciaram os "acidentes". De um lado, está o modelo de desenvolvimento industrial imposto de forma autoritária, de modo a privatizar os lucros e socializar os malefícios. Cubatão é município de "segurança nacional", mas,

sob o ponto de vista social, é o lugar mais inseguro do país, tamanhas as desigualdades que abriga e a quantidade de produtos perigosos que fabrica sem segurança, estoca sem cuidado e lança ao meio ambiente sem controle. De outro lado, está a ausência de uma política de proteção ao meio capaz de enfrentar os *lobbies* empresariais, sejam eles estatais ou privados, nacionais ou estrangeiros.

É claro, porém, que essas duas condições constituem apenas panos de fundo. Para que a situação chegasse até a explosão de Vila Socó outros fatores também intervieram de maneira importante. A violenta repressão aos sindicatos — enquadrados, ademais, numa estrutura corporativista que os atrela aos interesses do Estado — dificultou muito os avanços na luta por melhores condições de trabalho, por programas adequados de proteção à saúde do trabalhador e pela qualidade do ambiente de moradia de suas famílias. No caso de Cubatão, a própria organização do trabalho e a política de habitação (deliberadamente voltada para a não fixação, no próprio município, de engenheiros, técnicos e operários qualificados) evitaram que se formasse uma classe média local, truncando a pirâmide social, fenômeno que também pode ser observado em outros pólos industriais localizados em áreas satélites de grandes centros, como Camaçari (BA) e Paulínia (SP). É significativo o fato de que nem mesmo os sindicatos das principais categorias de trabalhadores das indústrias de Cubatão possuem suas sedes no município, ao contrário da representação da Confederação das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) na Baixada Santista.

Ainda dentro do setor trabalhista, outro fato merece destaque: a proteção à saúde do trabalhador está inserida na esfera de competência do Ministério do Trabalho, que, no caso de São Paulo, mantém convênio com a Secretaria das Relações do Trabalho. E a diminuta e desparelhada Diretoria de Recursos Humanos deste último órgão que exerce (?) no maior estado industrial do país a vigilância sobre as condições de segurança e higiene dos ambientes de trabalho.

Por outro lado, os médicos do trabalho (aqueles que dão assistência ao trabalhador dentro das instalações das empresas) são, por força de lei, funcionários das próprias indústrias, criando

uma situação incompatível com a defesa da saúde do trabalhador e os interesses da categoria médica, submetida à mesma instabilidade e dependência empregatícia no exercício de uma função que muitas vezes exige contrariar desejos patronais. As fichas de observação médica sobre cada trabalhador são propriedade particular das empresas e não ficam disponíveis nem aos interessados diretos, nem a seus sindicatos, nem às próprias autoridades sanitárias, prática que se mostrou, mais uma vez, completamente absurda no recente episódio da intoxicação com benzeno de operários que trabalham na Cosipa.

Cubatão não possui sequer um serviço de verificação de óbitos, o que significa, entre outras coisas, que as mortes não violentas ocorridas no município não podem ser analisadas com maior profundidade, à luz das modernas técnicas de detecção de substâncias tóxicas em tecidos do corpo humano. Comprovar alguma relação entre uma doença profissional ou a exposição de uma pessoa a produtos tóxicos e sua morte torna-se extremamente difícil devido à necessidade de transporte do corpo para outro município, o que, como se sabe, exige, pelas próprias disposições legais, serviços especializados, fora do alcance da grande maioria da população. Na prática, as famílias desistem de quaisquer exames, perdidas no meio de um labirinto que envolve inclusive conflitos de interesse entre serviços funerários sediados em diferentes municípios. Assim, o enterro se faz sem autópsia, instrumento mais eficaz para dirimir dúvidas e proteger o interesse tanto das famílias quanto de toda a comunidade.

No setor de habitação, o panorama em Cubatão não é menos desalentador. As indústrias ocuparam quase 2/3 dos 160 quilômetros quadrados urbanizáveis do município, empurrando a população para mangues, encostas ou algumas estreitas faixas de terrenos planos. As empresas tem necessidade inata de expansão, o que define um processo específico de ocupação do solo e permite entender com facilidade toda a polêmica hoje existente em torno da Vila Parisi, tornada, durante o governo de Paulo Maluf, área de uso exclusivamente industrial. Só um grande movimento de pressão apoiado por entida-

des civis, associações de proteção ao meio ambiente e a SBPC conseguiu a revogação da medida, decretada pelo novo governo estadual apesar da forte resistência do empresariado.

A alternativa de moradia para a população de baixa renda do município passou a ser a ocupação das encostas da serra do Mar, o que originou os chamados bairros Cota, situados em áreas de grande instabilidade e difícil urbanização, localizadas muitas vezes dentro do parque florestal. Devido à escassez de oferta de moradia na região, os investimentos públicos nos bairros Cota podem atrair para lá grande contingente populacional, amentando ainda mais os perigos de deslizamentos de terra e de repetições de catástrofes da envergadura de Vila Socó. É preciso dizer claramente que a urbanização da encosta da serra do Mar cria novos problemas para Cubatão e não soluciona os antigos. É uma "saída" cômoda apenas na medida que não atinge os interesses dos grandes especuladores imobiliários da região.

Também é bom que se lembre, aliás, que os moradores de Vila Socó só passaram a ser considerados "invasores" depois do incêndio, como prova a realização no local, durante vários anos, de investimentos públicos (rede de luz, pontos de água, transporte) e de coleta

de impostos urbanos, o que mostra a completa convivência oficial com a ocupação da área de risco. Ocorrerá o mesmo nos bairros Cota?

O setor de controle de poluição tornou-se mais ativo somente após o incêndio de Vila Socó, apesar das antigas pressões exercidas pela população, as entidades civis e a imprensa. Agora, pelo menos, a Cetesb divulgou um plano que, se não é ideal, pelo menos serve de referência a todos os interessados, que antes não sabiam sequer a quem deveriam recorrer. Cabe a toda a população local e às entidades civis o exercício de cerrada vigilância sobre os cronogramas e a luta para a diminuição dos prazos de algumas medidas, além da participação de todos os interessados na fiscalização e controle da emissão de poluentes.

É lamentável, porém, que até o momento os programas de controle da poluição não tenham sido acompanhados por medidas semelhantes na área da saúde, da recuperação das encostas através do replantio de espécies nativas e da reconstituição da fauna ictiológica dos rios locais. Estas duas últimas providências poderiam criar indicadores bem visíveis sobre a eficácia das medidas relativas ao controle da poluição, já que a

sobrevivência de espécies vegetais e animais nativas depende em grande medida da nossa capacidade de recriar um ambiente propício à vida.

Apesar dos esforços de alguns setores, Cubatão permanece como um símbolo dos grandes problemas nacionais relativos à degradação do meio. Algumas soluções dependem de iniciativas no âmbito federal, como a conquista da liberdade sindical, a definição de uma nova relação entre as empresas estatais e as políticas de proteção ambiental, a prioridade para investimentos na área social (principalmente saúde e habitação) e, sobretudo, a definição de uma política séria, particularmente nas áreas críticas, de proteção ao meio.

Além de medidas emergenciais que devem ser tomadas a curtíssimo prazo, devemos pensar também em introduzir nos trabalhos da futura Assembléia Nacional Constituinte um novo enfoque para as relações entre o homem e a natureza, definindo clara e objetivamente os mecanismos de controle necessários para a preservação da vida.

Caso contrário, de que adiantará uma nova Constituição, se "não v(t)erás país nenhum"?

Roque Monteleone Neto
Escola Paulista de Medicina

Vila Socó — maio de 1984



Este artigo já estava pronto quando ocorreu o vazamento de 15 toneladas de amônia da Ultrafertil na Vila Parisi, em Cubatão. Nova emergência na rotina da cidade e, como sempre, declarações oficiais renovadas. O governo estadual, escudado na legislação em vigor, aplicou à empresa a portentosa multa de Cr\$ 24 milhões, talvez equivalente ao salário mensal de um dos seus executivos. Werner Zulauf, presidente da Cetesb, afirmou que o acidente foi "um dos muitos que podem ocorrer ali" e "já havia sido previsto há um ano".

Apesar disso, o prefeito José Passarelli se defendeu dizendo que "os órgãos técnicos de controle ambiental não têm nenhuma condição de atender uma situação de emergência como esta; hoje, só se conta com o Corpo de Bombeiros para apagar o fogo e com a Prefeitura para retirar o pessoal." Em seguida — e como que para reforçar o clima de perplexidade — decretou a extinção da Vila Parisi, através da desapropriação da área, o que representa a concretização de mais um item da proposta do grupo "Vale da Vida", feita pelos empresários no final de 1981. Agora, para completá-la, só falta a transformação do complexo de Cubatão em distrito industrial, dentro do processo de metropolização da Baixada Santista (ver "Cubatão, 1984. Não deixem que joguem aqui uma pá de cal" em *Ciência Hoje* n.º 13).

Em meio a tanta inconseqüência, um raio de sensatez partiu de Alceu Soares, dono de um circo recém-instalado na cidade: "Não vejo a hora de arriar a lona. Parece que Deus não passou por aqui. É a terra que o diabo habita."

O circo de Alceu foi embora de Cubatão. O outro, no entanto, insiste em continuar.

RMN

MARÍLIA É A JOVEM CIENTISTA 84.



Marília de Oliveira Fonseca Goulart foi a vencedora do Prêmio Jovem Cientista deste ano.

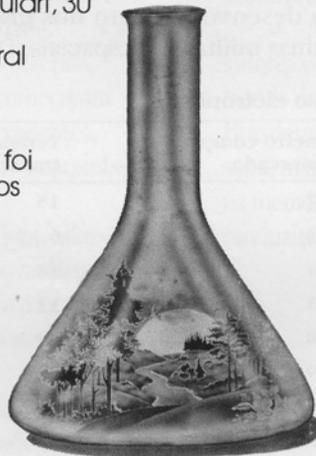
VENCEDORES DE 1984 - Categoria: Graduados

1.º lugar - Marília de Oliveira Fonseca Goulart, 30 anos, do Laboratório de Pesquisas em Recursos Naturais da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Graduada em Farmácia e com grau de Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Marília foi premiada pelo conjunto de seus trabalhos relativos ao estudo da composição química de plantas brasileiras.

2.º lugar - Eloir Paulo Schenkel, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

3.º lugar - Lúcia Maria Xavier Lopes, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp).



Categoria: Estudantes

Carlos Alberto da Silva Riehl
Janete Harumi Yariwake
Vânia Márcia Neves Duarte

MENÇÃO HONROSA - Categoria: Graduados

Célia Regina Ribeiro da Silva Carlini
Gilvandete Maria Pinheiro Santiago
José Maria Barbosa Filho
Márcio Cerqueira Batitucci
Selene Maia de Moraes
Vanderlan da Silva Bolzani
Vicente de Paulo Emerenciano

Categoria: Estudantes

Alceni Augusta Werle
Bernardo da Costa Monteiro de Mello

PRÊMIO JOVEM CIENTISTA

Com o objetivo de incentivar a pesquisa científica e tecnológica no Brasil, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - e a Fundação

Roberto Marinho criaram, em 1981, o Prêmio Jovem Cientista, agora patrocinado pelo Grupo Ultra. Todo ano, o Prêmio se destina a uma área do conhecimento de significativa importância para o desenvolvimento nacional.

Em 1984 o tema foi "Química de Produtos Naturais". Dirigido a cientistas de até 35 anos, o Prêmio Jovem Cientista é dado pelo conjunto

de trabalhos realizados pelo pesquisador dentro do tema proposto.

Os premiados receberão mais de Cr\$ 23 milhões, sendo Cr\$ 18,8 milhões para os três primeiros colocados e Cr\$ 4,5 milhões para a categoria Estudantes, a título de estímulo.

CNPq

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

U GRUPO ULTRA

FM

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO

INFORMÁTICA DEPOIS DA RESERVA

O estabelecimento de projetos nacionais nos setores de tecnologia de ponta é um dos maiores desafios enfrentados pelos países em desenvolvimento, especialmente aqueles que mais avançaram no processo de industrialização e possuem mercados internos mais expressivos, como o Brasil, a Coréia do Sul, o México e a Índia. Como se sabe, no caso brasileiro a estrutura da indústria de computadores foi substancialmente alterada a partir da implantação da política de reserva de mercado na segunda metade dos anos 70.

Ao estabelecer barreiras institucionais à entrada das firmas multinacionais de informática no mercado de pequenos computadores e seus periféricos, a intervenção do Estado permitiu a criação de um segmento de empresas de capital nacional, com o objetivo explícito de atingir uma relativa autonomia tecnológica. Essa iniciativa pode ser considerada como uma das pioneiras entre os países do Terceiro Mundo, contrastando inclusive com o padrão brasileiro de industrialização, caracterizado pela liberalidade em relação ao capital estrangeiro, posição que apresenta como um de seus subprodutos a reprodução da dependência tecnológica.

Historicamente, o padrão de compe-

tição e o desenvolvimento da indústria internacional de informática se caracterizam por três dimensões básicas, assim resumidas:

a) Um intenso dinamismo tecnológico, principalmente a partir da "revolução microeletrônica", que produziu um fluxo contínuo de inovações, através do lançamento de produtos diferenciados e dotados de uma relação superior em termos de preço/desempenho.

b) O caráter internacionalizado dessa indústria, com o predomínio de grandes corporações multinacionais de origem norte-americana, lideradas pela IBM, que detém, sozinha, mais da metade do mercado mundial do setor.

c) A intervenção estatal, traço comum às diversas experiências nacionais na área de informática, a começar pela dos Estados Unidos. As demais economias capitalistas avançadas também compartilharam esta característica, em resposta ao "desafio americano", muitas vezes, neste caso, sinônimo de domínio da IBM nos diversos mercados locais.

Os Estados Unidos assumiram a liderança mundial no setor de informática após a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento dos grandes programas militares e espaciais. De um

lado, eles exigiram a aplicação de vultosos recursos técnicos e financeiros em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), realizadas em universidades e empresas; de outro, garantiram, nos primórdios dessa indústria, uma demanda sustentada de grandes computadores e dos componentes eletrônicos semicondutores, especialmente os circuitos integrados.

Foi possível, nesse contexto, obter ao longo do tempo uma sistemática redução de custos e preços dos produtos, decorrente das economias de escala auferidas pelos principais fabricantes (notadamente as chamadas "economias de aprendizado"). Tal processo possibilitou a difusão comercial desses dispositivos, aproveitados em aplicações civis, e a grande expansão, em escala mundial, das empresas norte-americanas de informática.

Países como o Japão e, em menor escala, os da Europa Ocidental desenvolveram políticas explícitas para o setor a partir do início dos anos 60. Sua estratégia privilegiava a constituição de empresas nacionais com autonomia tecnológica e poder de mercado para fazer frente à concorrência das firmas norte-americanas, lideradas pela IBM, em seus mercados locais.

A experiência japonesa, particularmente bem-sucedida, caracterizou-se pela forte proteção às empresas nacionais, a partir da transformação em lei, no ano de 1958, das Medidas Temporárias para a Promoção da Indústria Eletrônica, só abrandadas 18 anos depois. Como resultado, a IBM foi ultrapassada no mercado japonês pela Fujitsu, maior empresa nipônica de computadores. Hoje, o país é o segundo produtor de sistemas de informática em todo o mundo, disputando, com êxito crescente, a hegemonia do setor com os Estados Unidos.

Mais recentemente, o governo socialista francês lançou um ambicioso plano quinquenal, orçado em mais de 20 bilhões de dólares, com a finalidade de atingir autonomia e competitividade internacional na indústria de informática, envolvendo desde circuitos integrados digitais e fibras ópticas até grandes computadores.

Figura 1 — Desníveis na tecnologia de computação eletrônica

| País | Início dos trabalhos de P&D | Primeiro computador no mercado | Tempo transcorrido |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Estados Unidos | 1937 | 1952 | 15 |
| Inglaterra | 1947 | 1953 | 6 |
| Alemanha Ocidental | 1936 | 1954 | 18 |
| França | 1946 | 1957 | 11 |
| Rússia | 1948 | 1958 | 10 |
| Japão | 1952 | 1959 | 7 |
| Holanda | 1951 | 1959 | 8 |
| Itália | 1954 | 1960 | 6 |
| Suécia | 1947 | 1962 | 15 |
| Dinamarca | 1954 | 1962 | 8 |
| Bélgica | 1957 | 1964 | 7 |
| Alemanha Oriental | 1949 | 1964 | 15 |
| Canadá | 1949 | 1965 | 15 |
| Polônia | 1955 | 1965 | 10 |
| China | 1954 | 1966 | 12 |
| Israel | 1954 | 1968 | 14 |
| Brasil | 1971 | 1979 | 8 |

Fonte (exceto para o Brasil): OECD Survey 1970. Apud Marques, Ivan da Costa. Revista de Administração Pública. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1980.

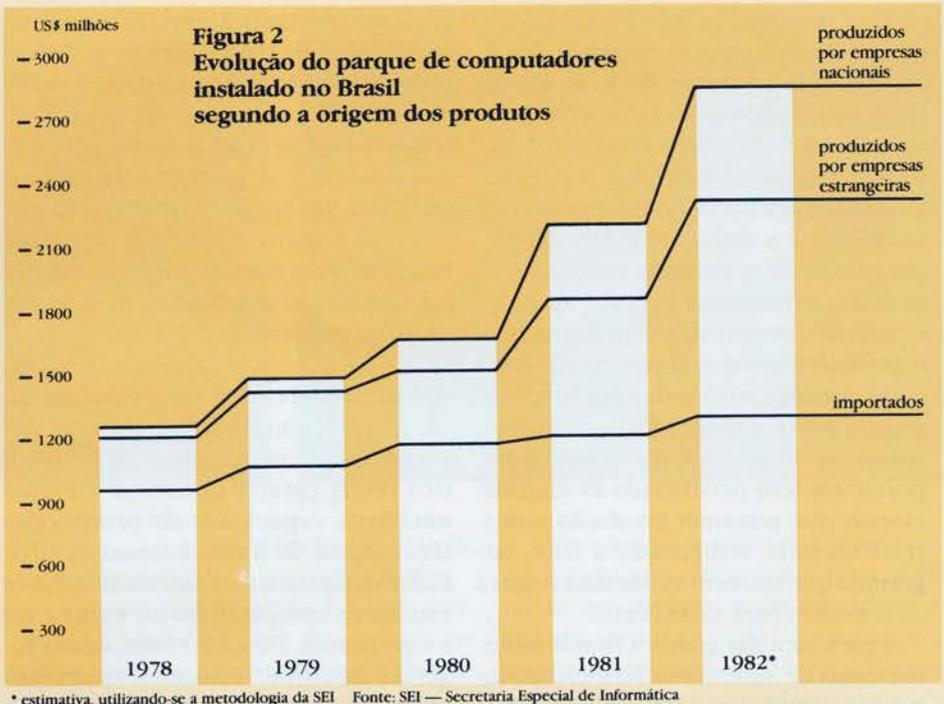
É BOM SABER

A maioria dos demais países mantém-se ainda hoje na condição de meros receptores dessa tecnologia, seja através de importações, seja pelos investimentos diretos das grandes corporações de informática em seus mercados locais. Nesse sentido, as formas iniciais de intervenção do Estado brasileiro no setor (o controle das importações pela Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico e a criação, em 1974, da primeira empresa nacional de minicomputadores, a Cobra) não foram suficientes para enfrentar a superioridade tecnológica, comercial e financeira das filiais estrangeiras no mercado local.

A instituição da reserva de mercado pelo governo brasileiro revelou-se uma forma de intervenção mais eficaz, ao garantir um espaço de acumulação à incipiente indústria local, justamente naqueles segmentos — produção de pequenos computadores e seus periféricos — que apresentavam maior possibilidade de expansão futura, menores barreiras à entrada e ausência de fabricantes estrangeiros estabelecidos no país.

As atividades manufatureiras realizadas no país até essa época restringiam-se à montagem, pela IBM e a Burroughs, de alguns produtos que possuíam grande número de componentes importados. Essa produção estava submetida à lógica da divisão internacional de tarefas entre as subsidiárias das empresas multinacionais, formuladoras de uma estratégia global que reservava sobretudo às matrizes norte-americanas a realização das atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Neste particular, o exemplo da IBM é notável. Três laboratórios efetuam pesquisa básica, dois nos Estados Unidos e um na Suíça, empregando cerca de 2.500 pessoas, das quais mais de mil PHDs, voltadas para o avanço do conhecimento científico em áreas correlatas à informática (física, química, matemática, materiais, computação etc). As inovações em produtos e processos são desenvolvidas em 22 outros laboratórios, todos localizados no hemisfério norte (2/3 dos quais nos Estados Unidos), com o emprego de mais ou menos 50.000 profissionais.

Além disto, a IBM possui 14 centros científicos distribuídos por diversos países, inclusive o Brasil. O centro cien-



tífico de Brasília, o único do hemisfério sul, dedica-se principalmente ao desenvolvimento de *software* de alta tecnologia. Os produtos gerados são de domínio público, orientados à difusão do uso de computadores IBM, não existindo maior relacionamento entre o centro e as atividades industriais da empresa no país.

Pode-se observar que, enquanto as filiais de firmas estrangeiras podem dispor de um amplo estoque de inovações fornecidas por suas matrizes para competir no mercado brasileiro de informática, as empresas locais contam apenas com recursos próprios para realizarem atividades de pesquisa e desenvolvimento. Formalmente protegidas da concorrência externa, as empresas nacionais de computadores estabeleceram, a partir de 1978, uma estratégia mista de capacitação tecnológica, combinando o desenvolvimento local de produtos com acordos de licenciamento de tecnologia, sobretudo no caso de equipamentos de maior complexidade, como minicomputadores e alguns periféricos.

Em fins de 1979 foi lançado o primeiro minicomputador com projeto nacional — o Cobra 500 — uma versão aprimorada do pioneiro G-10, que começara a ser desenvolvido por equipes universitárias oito anos antes. Esse produto apresentava desempenho superior àqueles fabricados com tecnologia es-

trangeira. Assim, o Brasil passava a integrar o seletivo grupo de países que realizam esforços próprios de desenvolvimento tecnológico em informática, como pode ser observado na figura 1.

Transcorridos sete anos do estabelecimento da reserva de mercado para as firmas nacionais de pequenos computadores, podemos constatar uma substancial mudança no perfil do setor, com a criação de dezenas de empresas locais. Antes de 1977, a competição no mercado brasileiro de informática restringia-se às práticas oligopolistas realizadas pelas subsidiárias das multinacionais líderes do setor, que atendiam o mercado local predominantemente através de importações de sistemas completos de computadores.

Entre 1978 e 1982, o valor do parque de computadores instalado no país mais do que duplicou, atingindo, nesse último ano, quase 2,8 bilhões de dólares (ver figura 2), o que representa um dos dez maiores mercados nacionais para estes produtos em todo o mundo. Metade deste valor correspondia, em 1982, a equipamentos produzidos no país (dos quais, 40% eram fabricados pelas empresas nacionais), o que contrasta com a grande importação realizada pelo Brasil até a implantação da nova política para o setor.

Em 1983, as vendas das empresas na-

cionais representaram 46% do faturamento da indústria no mercado local, estimado em 1,5 bilhão de dólares. A relação empregado/dólar faturado por essas firmas foi três vezes superior à observada nas subsidiárias estrangeiras, o que contribuiu decisivamente para que o setor atingisse a marca de 23.000 empregos diretos. É importante salientar que as filiais estrangeiras também apresentaram um crescimento expressivo após o estabelecimento da reserva de mercado, produzindo computadores de grande porte e elevado valor unitário. Assim, as crescentes restrições às importações têm beneficiado as multinacionais que possuem produção industrial no país, sobretudo a IBM, sugerindo que também existe uma reserva de mercado para essas firmas.

A presença das grandes firmas multinacionais de informática no mercado local representa um desafio à consolidação da indústria brasileira de computadores, setor em que a competição se caracteriza pelo intenso dinamismo tecnológico e por requerimentos crescentes de capital necessário à expansão das empresas ao longo do tempo. As firmas nacionais conseguiram adquirir capacidade técnica de projeto e fabricação para uma determinada geração tecnológica de produtos, mas isso não assegura um fluxo contínuo de inovações de equipamentos diferenciados, com uma relação cada vez mais favorável entre desempenho e preços.

O quadrinômio tempo/custo/riscos/complexidade faz com que as empresas nacionais necessitem recorrer à base técnica estrangeira, de modo a complementar suas atividades. Isso tem ocorrido não só através do licenciamento formal de tecnologia, mas também da importação de componentes, bens de capital e *software*, ou simplesmente através da cópia de produtos bem-sucedidos no mercado internacional, sobretudo na área de microcomputadores.

Da mesma forma, as empresas nacionais do setor que não pertencem a grandes grupos econômicos (especialmente os grandes bancos privados que possuem participação crescente nessa indústria) têm como maior restrição ao seu crescimento a magnitude de seu capital próprio e sua capacidade de gerar lucros ao longo do tempo. Os esquemas

atualmente disponíveis de financiamento público e privado a essas firmas têm-se revelado incapazes de atender às necessidades do setor, sobretudo se analisamos o problema numa perspectiva dinâmica. A participação em um mercado em rápida expansão exige novos investimentos, que permanecem hoje, em larga medida, dependentes da capacidade de acumulação interna das próprias empresas.

Tudo isso reforça a necessidade de que a formulação de políticas governamentais para o setor de informática tenha caráter dinâmico e inclua uma forte capacidade de prospecção tecnológica, de forma a captar as atividades nas quais o país obterá as maiores vantagens comparativas no curto e no longo prazos. De outro lado, como sugeriu Fábio Erber, é necessário administrar o "hiato tecnológico", uma vez que certo atraso em relação à fronteira internacional é inevitável pela própria diferença existente entre as firmas nacionais e multinacionais, e pelos conflitos daí decorrentes.

Isso indica que a política de reserva de mercado é condição necessária, mas não suficiente, para a consolidação da indústria brasileira de informática. No longo prazo, o sucesso dessa estratégia depende da redução do custo de atualização dos produtos, em função das economias de escala características do setor, principalmente aquelas decorrentes do processo de aprendizado (*learning effect*).

Considerando a convergência tec-

nológica crescente entre os diversos setores que compõem o complexo eletrônico, o processo de informatização das atividades requer políticas abrangentes, que não se esgotam em medidas específicas para os computadores. Elas devem envolver os produtos eletrônicos em geral, sistemas de telecomunicações e, principalmente, os componentes semicondutores (em especial, os circuitos integrados digitais), que devem servir de base a uma estratégia de conjunto nessa área.

Finalmente, a transformação, pelo Congresso Nacional, da política de reserva de mercado em lei, desvinculando-a das flutuações da conjuntura econômica e política, bem como das pressões internas e externas (os "desafios da crise"), parece-nos decisiva, pois representa sua legitimação. Trata-se agora de aprofundar o debate sobre as profundas implicações do processo de informatização sobre a sociedade brasileira como um todo. Não estamos sozinhos no rumo adotado. No momento, também os países europeus estão reavaliando suas políticas de informática, no sentido de diminuir o controle do capital norte-americano e, mais recentemente, do capital japonês sobre suas indústrias locais. De outro lado, a política brasileira de informática vem se tornando um modelo para os países do Terceiro Mundo e, particularmente, para os da América Latina, atentos às implicações de uma dependência crescente também nessa área.

Clélia Virgínia Santos Piragibe

Peça Ciência Hoje pelo telefone:

(021) 295-4846

Assinatura, renovação, coleção completa, números antigos, e qualquer outra informação.

Trate disso tudo pelo telefone.

Nada mais rápido e claro que um contato direto.

CIÊNCIAHOJE

A revista do Brasil inteligente.



**CUIDADO.
FRÁGIL.**

NÃO HÁ NADA MAIS FRÁGIL
DO QUE UM TALENTO, UMA
IDÉIA, UMA CABEÇA.
NÃO HÁ NADA MAIS FORTE
DO QUE UM TALENTO, UMA
IDÉIA, UMA CABEÇA. E A
GRANDE CIÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO ESTÁ EM PROTEGER, RESPEITAR E INCENTIVAR CADA VEZ MAIS O TALENTO, AS IDÉIAS E AS CABEÇAS DESTE PAÍS.

99 C O M U N I C A C A O 99
CONTEMPORANEA

UMA AGÊNCIA COM CIÊNCIA

CALUNGA: UM SEGREDO DE PAI PARA FILHO

Aparentemente, Nossa Senhora do Patrocínio, a 428 quilômetros de Belo Horizonte, é apenas mais uma cidade simples e monótona do interior de Minas Gerais: a 972 metros de altitude, a população de pouco mais de 30 mil habitantes vive a mistura entre conservadorismo e revolução sexual, conversa na praça e televisão. À noite, os jovens se encontram no bar Jandaia, a classe média janta no restaurante Jamaica e os pobres se dividem entre a praça, os botecos e o clube União Operária. Uma cidade comum. Mas quem entrar em um boteco e tiver a sorte de encontrar certo grupo de negros, pode vê-los rindo muito sem compreender o que dizem. Estes negros falam uma língua estranha, à qual dão o nome de calunga.

A primeira vez que se teve notícia de um fenômeno semelhante foi em 1978, com a descoberta de uma comunidade de negros próxima a Sorocaba, em São Paulo, quando um jornalista levou à Universidade Estadual de Campinas a notícia de que se falava uma língua africana em Cafundó. O reitor enviou à comunidade o antropólogo Peter Fry acompanhado de um linguísta. O que mais impressionou o antropólogo, que atualmente escreve um livro sobre Cafundó, é que não se tivesse tomado conhecimento da comunidade há mais tempo: “é interessante perguntar por que aquele fato era inédito até 1978”. Ele afirma que, com exceção dos vocábulos, Cafundó não possui traços sociais ou culturais que a distingam de qualquer comunidade caipira, negra ou branca, da região.

Como em Cafundó, os negros de Patrocínio que falam a calunga evitam comentá-la. A reação se repete sempre, não importa para que negro se pergunte: a primeira atitude é negar. Afinal, era uma maneira que os escravos tinham de falar sem o patrão entender. Entre os negros, a idéia de um código secreto é geral e, para alguns, exatamente neste aspecto reside o prazer de falar a calunga.

Mas de onde vem esta língua secreta que tem passado de pai para filho há pelo menos quatro gerações? O vendedor Inácio Francisco de Souza lembra que os negros muito velhos chamavam-

na de língua da costa, o que poderia significar a costa ocidental do continente africano. O antropólogo Peter Fry assegura que esta hipótese faz parte da mitologia da origem da língua: “Não existe nenhum papel que prove isso, nenhuma referência à calunga, nem mesmo nos cartórios ou nos processos criminais.”

Entre 1860 e 1870, o traçado que hoje marca a rodovia Raposo Tavares transformou-se no caminho do café que, vindo da região paulista de Franca e Ribeirão Preto, chegou ao Alto Paranaíba trazendo um grande volume de escravos. É do final do século 19 que se tem notícia dos quilombos de Ambrósio, de Araxá, de Paracatu e de Aragão. José Luiz Werneck — professor de história na Universidade Federal do Rio de Janeiro,



foto Rosyane Trotta

ro, que esteve em Patrocínio em julho deste ano — afirma que os meses de setembro e outubro eram a época de os escravos aproveitarem o fim da colheita do café para suas festas, que ocorriam paralelamente às festas dos senhores. Até hoje, é nos meses de setembro e outubro que ocorrem as congadas e a festa do Rosário que — em Cruzeiro de Fortaleza, uma cidade próxima — reúne negros de toda a região, inclusive de Goiás, e onde as músicas são cantadas em calunga. Mas, de 1870 para cá, a língua se diluiu muito, porque os negros foram, pouco a pouco, absorvendo o linguajar da cultura dominante. Werneck afirma: “O sudanês islâmico teria mecanismos gráficos para manter a tradição, mas os dialetos bantu eram de transmissão oral e, por isso, quase impossível que se mantivessem puros.”

E o que sobra da calunga hoje são vocábulos de origem bantu usados com as mesmas estruturas morfo-sintáticas do português, segundo o sociolinguísta alemão Jurgen Heye — que está no Brasil há 11 anos e fez, em 82, uma pesquisa sobre fenômenos do tipo calunga em Minas Gerais. Ele descobriu, a cerca de 20 quilômetros de Diamantina, duas comunidades que mantêm sua língua de origem, dedicam-se à agricultura de subsistência e têm de 15 a 20 membros. Heye explica que existem várias línguas bantu e que a maioria das palavras do idioma usadas nestas comunidades vêm do umbundu e do kimbundo, predominantes de Angola para o sul da África”. Segundo Peter Fry, a calunga não é simplesmente uma gíria, mas “um léxico de palavras que se pode manipular como quiser”. O antropólogo observa ainda que os negros usam palavras da nossa língua afirmando serem africanas, “da mesma forma como nós pensamos que cachimbo e carimbo são palavras portuguesas”.

Mas não basta aprender o léxico para saber o que está sendo falado. O mais interessante na maneira como usam a língua é exatamente isto: a produção inesgotável de metáforas. Diz Peter Fry: “O segredo é reformulado de maneira que você só pode entender o que eles dizem se você *saca* o contexto onde a frase é produzida. Em Cafundó, gastei um bom tempo para compreender as conversas, mesmo sabendo o significado de todas as palavras”. É bastante difícil para qualquer pessoa, mesmo um negro, entrar na conversa. O negro Anésio da Silva conta que em Araguari costumam acrescentar um “s” no início de cada palavra para dificultar a compreensão dos que não pertencem ao grupo. Outra armadilha é a constante mudança e desatualização das expressões. Toda espécie de truques é válida. Há alguns anos, “negro” era *imbuno*, mas as novas gerações passaram a chamar de *ofú*.

As novas gerações de negros, aliás, falam cada vez menos a calunga: o espraçamento não foi suficiente para impedir que esteja desaparecendo. O clube União Operária é um dos poucos lugares de encontro onde a língua poderia



**A enzima é
um catalisador.
E assim é a
Novo.**

Na prática, a Natureza proporciona todas as enzimas de que o mundo necessita e, desde há muitos séculos, o homem as utiliza para fabricar pão, queijo e cerveja.

As pesquisas desenvolvidas pela Novo demonstram como as enzimas podem naturalmente atender a uma série de necessidades humanas: ajudando a cicatrizar feridas mais rapidamente, remover manchas de roupa sem as danificar, processar couro sem poluir,

transformar resíduos alimentares em ração animal, economizar gasolina, utilizar raízes vegetais como alimentos.

A tecnologia enzimática e celular está apenas se iniciando, mas o seu potencial é tão grande quanto as necessidades do homem. A Novo, como líder mundial em pesquisa e aplicação, está em condições únicas de

transformar esse potencial em realidade.

NOVO, o catalisador do progresso.

NOVO

Líder mundial no campo  da enzimologia industrial.

É BOM SABER

Palavras em calunga

| | |
|------------------------|--|
| açúcar | <i>uíque</i> |
| água | <i>vava</i> |
| arroz | <i>massuam</i> |
| baile | <i>sarava</i> |
| boi | <i>incombe</i> |
| cabeça | <i>cupia</i> |
| cachaça | <i>marafó</i> |
| carro | <i>irungo de 4 quinbama</i> ou <i>incombe de andaru</i> |
| carne | <i>imberela</i> |
| casa | <i>injó</i> |
| chapéu | <i>tipungue</i> |
| chicote | <i>casca de ingono</i> |
| cidade | <i>cumbaca</i> |
| cobra | <i>cipó sem folha</i> |
| feijão | <i>tipoque</i> |
| fogo | <i>andaru</i> |
| homens (masculino) | <i>camanos</i> |
| leite | <i>mavero</i> |
| mulheres (feminino) | <i>ocais</i> |
| negro | <i>ofú</i> ou <i>imbuno</i> |
| porco | <i>canguru</i> |
| roupa | <i>nanga</i> |
| saco | <i>ingeké</i> |
| sapato | <i>pisante</i> |
| tempo, medida de | <i>cumbo</i> |
| trabalhar | <i>curimar</i> |
| tronco de escravos | <i>imbuete</i> |
| vaca | <i>imberela</i> |

Frases em calunga

Os imbunos eram aprumados nos imbuetes e depois chegados à casca de ingono porque estavam oa na curima.

Os escravos eram amarrados no tronco e apanhavam de chicote porque estavam sem trabalhar.

Os camanos ofús da cumbaca calungam que prumaram a calunga da costa com os tatás de muitos cumbos.

Os negros da cidade dizem que aprenderam a calunga com os avós.

Os camanos ofús de muitos cumbos atrás curimavam injó dos camanos maiores.

Os negros antigos trabalhavam na fazenda dos senhores.

Os camanos ofús aprumavam o mirante nos ocais ofús para sucantar no infó sagrado.

Os negros olhavam para as mulheres negras para se casarem na igreja católica.

ser usada com freqüência. Mas organiza festas todos os sábados nos estilos mais variados — desde sanfona, violão e pandeiro até fitas compradas com os últimos sucessos do rádio — gerando contradições dentro da própria comunidade. Para os mais novos, a língua virou coisa fora de moda. “É uma dança ou uma religião”, diz Célia, professora. “É uma raiz”, diz Gédson, dono do bar. É esse trem que o povo bota na parede”, afirma um vendedor. “Não é um bichinho assim?”, pergunta um negro que se dirige à rodoviária. No verbete “calunga”, os dicionários costumam citar uma raiz da qual se faz um chá amargo para curar dor de barriga, ou “divindade secundária do culto bantu”,

“planta da família das Simarumbáceas” espécie de libélula, boneco pequeno, negro, ajudante de caminhão etc. Também na Casa da Cultura de Nossa Senhora do Patrocínio, que, segundo o prefeito Amâncio Cruz, se propõe a “incentivar o folclore e a cultura da cidade”, não existem maiores informações sobre a estranha língua.

Este amplo desconhecimento nos remete à pergunta do antropólogo Peter Fry: “Por que, em 1978, Cafundó era um fato inédito?” Talvez pelas mesmas razões que mantiveram até hoje sem registro a calunga e seus aspectos lingüísticos e sociais. Quem se aventura?

Rosyane Trotta

FERREIRO BRANCO EM CARAJÁS

Em meados do século passado, o naturalista inglês Alfred Wallace observou perto de Belém uma espécie de araponga já conhecida na Guiana Francesa desde 1783, quando foi batizada cientificamente com o nome de *Procnias alba*, e mencionou o fato no livro *Viagens pelo Amazonas e rio Negro*, publicado em 1853 (Trad. Orlando Torres, São Paulo, Ed. Nacional, 1939). Esse registro deixou perplexos muitos dos cientistas que o sucederam, como o ornitólogo inglês David Snow, que em sua monografia sobre os cotingídeos (família a que pertencem as arapongas) julgou mais prudente não assinalar Belém no mapa de distribuição da espécie, uma vez que a ave encontrada por Wallace estava completamente fora dos seus limites normais de ocorrência. Até a data da publicação de Snow (1982), a espécie fora encontrada no Brasil somente em três localidades ao norte do rio Amazonas, ocorrendo com maior regularidade na Venezuela e nas Guianas.

Em 1983, os ornitólogos Paul Roth, David Oren e Fernando Novaes, da Universidade Federal do Maranhão e do Museu Paraense Emílio Goeldi, descobriram uma nova população de *P. alba* vivendo a 700m de altitude na serra dos Carajás, cerca de 600km a sudoeste de Belém. Este achado veio a confirmar o antigo registro de Wallace, pois é provável que as aves por ele observadas há 135 anos fossem indivíduos da população de Carajás que chegaram às proxi-

midades da capital paraense. Assim, sabe-se que Oren e Novaes batizarão a nova população em homenagem àquele que foi o primeiro cientista a dar notícia da espécie ao sul do Amazonas (o trabalho está para ser publicado).

P. alba é representante de um gênero do qual se conhecem quatro espécies (três delas ocorrendo no Brasil), todas bem caracterizadas pela vocalização dos machos, que é provavelmente o mais forte de todos os sons emitidos pelas aves, podendo ser ouvido a mais de um quilômetro de distância. O nome popular “ferreiro” refere-se à semelhança da voz principal das espécies de *Procnias* do Sudeste (*P. nudicollis*) e do Nordeste (*P. averano*) do Brasil com o barulho produzido pela batida do martelo na bigorna. *P. alba* é conhecida em Carajás por esse mesmo nome, que os trabalhadores locais certamente importaram de suas terras de origem, pois a



foto: Luiz Claudio Marrigo

Bem-vinda a Nova República.

foto O GLOBO



**“Enquanto houver, neste país, um só homem
sem trabalho, sem pão, sem teto e sem letras,
toda a prosperidade será falsa.”**

Presidente-eleito Tancredo Neves

CIÊNCIAHOJE

A revista do Brasil inteligente.

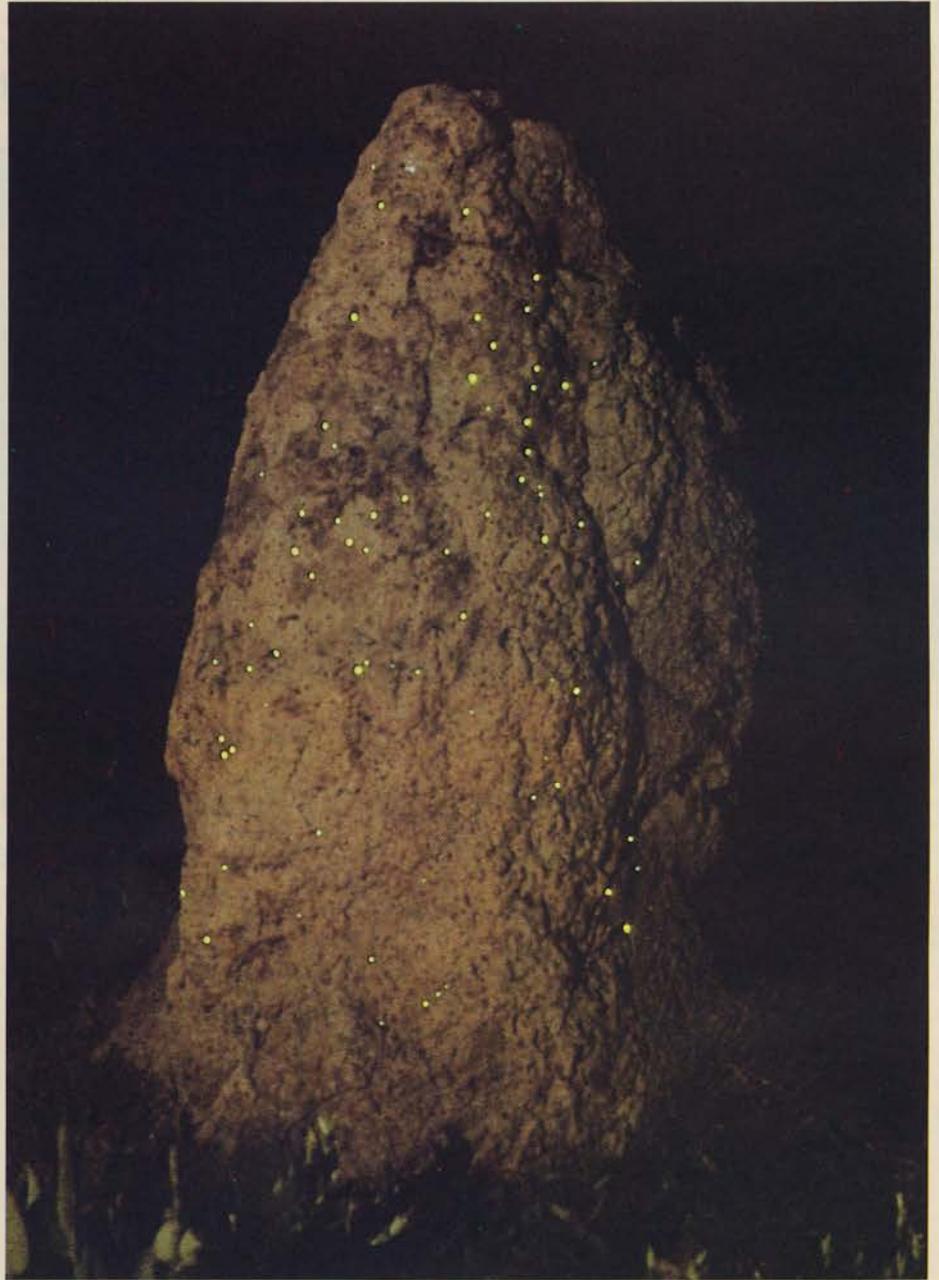
voz dessa araponga (do tupi *wi'rá pōga*, "pássaro soante") é uma harmoniosa combinação de dois acordes com timbre metálico semelhante ao de um pequeno sino, nada tendo a ver portanto com o grito dos "verdadeiros" ferreiros, como até mesmo certos operários do Projeto Ferro Carajás (ver *Ciência Hoje* n.º 3) reconhecem.

As arapongas nutrem-se exclusivamente de frutos silvestres, recurso alimentar de distribuição altamente irregular e esparsa, o que obriga as aves a constantes deslocamentos por uma área relativamente extensa, capaz de lhes fornecer alimento durante o ano todo.

Os machos adultos de *P. alba* estão entre as pouquíssimas aves que possuem plumagem inteiramente branca (a maioria das espécies têm ao menos as penas das asas escuras, pois o pigmento responsável por essa coloração lhes confere também maior resistência ao desgaste). Passam a maior parte do dia, durante boa parte do ano, exibindo-se individualmente às fêmeas e a outros machos em galhos expostos no topo de árvores altas da floresta. Cada macho anuncia sua presença e dominância no território (geralmente distante dos ocupados por machos vizinhos) gritando repetidamente. Quando recebe a visita de uma fêmea ou de outro macho de sua espécie, executa movimentos de rotação do corpo e curtos vôos entre poleiros próximos, acompanhados ou não por variações na emissão da voz. Numa dessas ocasiões pode se dar o acasalamento, indo a fêmea em seguida cuidar sozinha da construção do ninho, da incubação dos ovos e da criação dos filhotes, tarefas em que se ocupa por mais de dois meses. As fêmeas são silenciosas e sua plumagem é quase inteiramente olivácea. Esse padrão de comportamento e coloração ocorre em todas as arapongas, com pequenas diferenças de uma para outra espécie.

A descoberta de *Procnias alba* em Carajás, além de constituir uma interessante contribuição à zoogeografia amazônica, representa apenas um dos aspectos mais conspícuos do rico patrimônio biológico da região, que só um cuidadoso trabalho de pesquisa seria capaz de revelar na sua exata magnitude.

Luiz Pedreira Gonzaga



CUPINZEIROS LUMINESCENTES

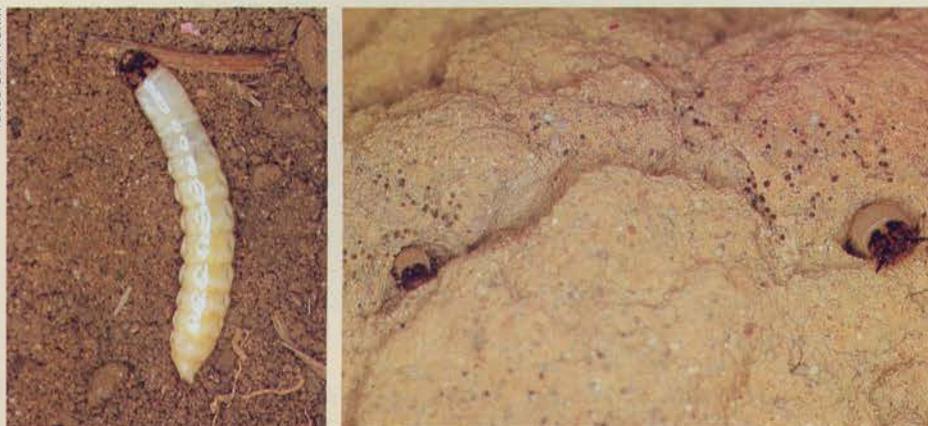
Nas noites de setembro e outubro, pode-se observar áreas de cerrado do Brasil Central com alta densidade de cupinzeiros cobertos de pequenas luzes. São como várias torres brilhantes em miniatura. O fenômeno que incendeia a imaginação popular, originando lendas e mitos, é de grande interesse científico.

Pesquisadores do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP) — C. Costa, S.A. Vanin e S.C. Chen — e do Instituto de Química da USP, E. Bechara e P. Colepicolo Neto, dedicam-se a estudar o curioso fenômeno. Destas pesqui-

sas, talvez se obtenham importantes contribuições para o desenvolvimento de tecnologias e métodos de análise baseados no sistema de bioluminescência, como por exemplo: estudos de crescimento celular, de controle hormonal, de contração muscular, das dosagens de vários metabólitos e enzimas em amostras de sangue, de contaminação microbiana em alimentos e em águas tratadas, da biomassa microscópica marinha e até para detectar, das sondas espaciais, elementos indicadores de formas de vida ou presença de oxigênio molecular nos corpos celestes.

É BOM SABER

fotos S.A. Vanin



À esquerda, larva de *Pyrearinus termitilluminans*. À direita, duas larvas do mesmo vagalume com a cabeça e o protórax aparecendo na parte externa das galerias do cupinzeiro.

Mas, antes de voar tão alto, os pesquisadores partiram para um exame mais próximo e cuidadoso da superfície dos cupinzeiros. Verificaram que a luz é emitida por larvas de vagalumes que vivem dentro das galerias, com fundo cego, escavadas no interior e abertas para o exterior. Cada larva fica com a cabeça e o protórax para fora, imóvel e iluminado, à espreita de presas aladas (pequenas mariposas ou cupins-siriris) que são atraídas pela luz. Esta espécie de vagalume chama-se *Pyrearinus termitilluminans* e pertence à família Elateridae, da ordem Coleoptera.

Atualmente, os pesquisadores da USP estão investigando vários aspectos relacionados à ecologia, à biologia e às aplicações analíticas destes insetos, como:

- a) — reprodução, em laboratório, do seu ciclo de vida, com seleção de dieta adequada;
- b) — identificação química das luciferinas (substâncias que provocam uma reação que desencadeia a luminescência) de várias espécies nas quatro fases de sua metamorfose;
- c) — determinação dos espectros de bioluminescência *in vitro* e *in vivo*, para possível utilização na classificação dos insetos;
- d) — estudo das enzimas digestivas presentes no líquido escuro que as larvas injetam nas presas antes de devorá-las;
- e) — isolamento e caracterização físico-química das luciferases (enzimas catalisadoras da reação luminescente);
- f) — relações entre a bioluminescência e o *habitat*, enfocadas em termos da disponibilidade de oxigênio.

A produção de luz fria por seres vivos emitida na região visível do espectro (450nm a 700nm) sempre foi objeto de curiosidade, e sua origem, muito dis-

cutida. O fenômeno já foi identificado tanto em alguns fungos, bactérias e algas unicelulares como em animais terrestres e marinhos (como insetos e peixes), mas não há descrição de sua ocorrência entre anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Sabe-se que a luz emitida resulta de uma reação alimentada por oxigênio, em que uma fração de energia química das ligações entre os átomos da luciferina é canalizada para excitar os elétrons das moléculas do produto final, a oxiluciferina. A velocidade desta reação é aumentada pela luciferase, enzima presente nas células (fotócitos) componentes do órgão luminoso (fotóforo), e as moléculas eletronicamente excitadas pela reação química perdem esta energia sob a forma de luz visível. Em outras palavras: um processo de combustão parcial sem chama, onde há transformação da energia química em energia luminosa, sem dissipação de calor.

No caso específico dos vagalumes, a reação necessita ainda de oxigênio molecular, de íons de magnésio e de um

ativador — o ATP (forma abreviada, em inglês, de trifosfato de adenosina), presente em todos os seres vivos, desde bactérias até mamíferos.

O curioso é que a intensidade de luz emitida no processo é diretamente proporcional à concentração inicial de cada um dos reagentes. Esta relação direta permite antever que qualquer processo ou preparado biológicos que contenha ATP pode ser quantificado pela medida de luz emitida, desde que na presença do “pó de vagalume” (luciferina-luciferase) adicionado ao sistema.

Assim, algumas sondas espaciais, por exemplo, carregam dispositivos contendo luciferina-luciferase e oxigênio, para detectar ATP (indicador de formas de vida análogas às da Terra), ou luciferina-luciferase e ATP, para detectar a presença de oxigênio molecular. Este processo de detecção de ATP também permite monitorar a biomassa microscópica marinha, em amostras de água fervida, onde o ATP é termoestável. Enfim, o sistema luciferina-luciferase de vagalumes encontra uma vasta aplicação, incluindo análises clínicas e pesquisas básicas. Neste último caso, são hoje conhecidas mais de uma centena de métodos analíticos baseados na bioluminescência de vagalumes.

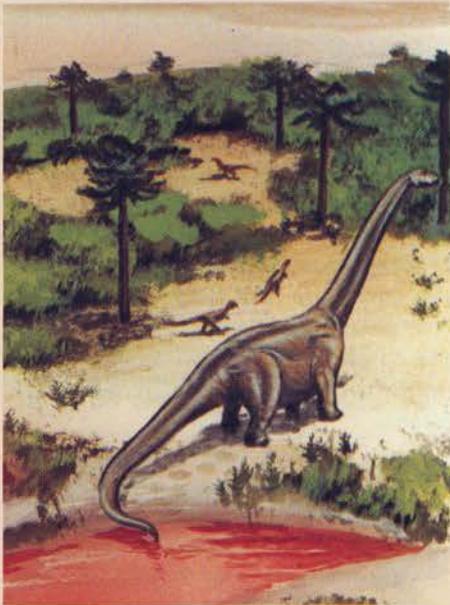
Ironicamente entretanto, embora haja uma grande ocorrência de vagalumes no Brasil, importamos dos Estados Unidos e da Europa *kits* de bioluminescência para a dosagem de ATP.

M.I. Migliaccio, E. Bechara, C. Costa, S.A. Vanin e P. Colepicolo Neto.



Fêmea (à esquerda) e macho (à direita) adultos de *Pyrearinus termitilluminans*. Os órgãos luminescentes correspondem às duas manchas circulares amarelas localizadas lateralmente no protórax. Costuma-se confundir estas “lanternas” com os “olhos” dos vagalumes.

MAIS PEGADAS DE DINOSSAUROS NA PARAÍBA



Descobertas sete novas localidades com rastros de dinossauros, em dezembro do ano passado, no município de Antenor Navarro, oeste da Paraíba. Num levantamento preliminar da região, registramos mais de 20 pistas de dinossauros terópodos, bípedes e carnívoros, somente em uma das localidades (Engenho Novo).

Entre os rastros, incluem-se uma pista de um bípede de grandes dimensões (por enquanto inclassificável), várias de dinossauros de pequeno porte e um par mão-pé de um dinossauro quadrúpede de grandes dimensões (a pegada do pé tem quase um metro de comprimento), possivelmente um saurópodo da família *Tiranosauridae* com cerca de 25 metros de comprimento. É a primeira pegada certa de saurópodo encontrada no Brasil. Já foram achadas várias ossadas do animal em terrenos brasileiros do Cretáceo superior (entre 63 e 87 milhões de anos atrás), mas o terreno onde foi localizado o par mão-pé do saurópodo pertence ao Cretáceo inferior, ou seja, entre 111 e 135 milhões de anos atrás. Posteriores escavações na área permitirão encontrar a continuação desta enorme pista, e de muitas outras.

Juazeirinho, Cabra Assado, Zoador, Poço da Volta, Barragem do Domicílio, Aroeira e Engenho Novo são as sete localidades do município de Antenor Navarro onde foram encontradas as pistas, sendo Engenho Novo a área mais interessante para as pesquisas. Parte do

município encontra-se na bacia cretácea do rio do Peixe, que inclui também o município de Sousa, onde já tínhamos descoberto centenas de outras pistas (ver "Rastros de um mundo perdido", em *Ciência Hoje* n.º 15).

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) prometeu que serão tomadas medidas urgentes no sentido de proteger as pistas de dinossauros encontradas na re-

gião. Será necessário desviar uma estrada municipal que passa em cima da laje onde se encontram as pegadas, construir uma pequena barragem para isolar a área das enchentes de um riacho próximo (o riacho do Rancho) e fazer uma cobertura para defender a rocha friável das intempéries. O jazigo de rastros da bacia do rio do Peixe parece inesgotável.

Giuseppe Leonardi

SBPC SE REÚNE EM BLUMENAU

“As condições de vida humana na região Sul.” Sob este tema central, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) realizará em Blumenau (SC), entre os dias 1 e 4 de maio próximo, a 2.ª Reunião Regional de suas secretarias do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul do país. O encontro será dividido em cinco subtemas:

Economia — evasão de recursos da região Sul, participação do Sul na economia nacional, recursos pesqueiros, estrutura fundiária na região e atividades produtivas no Sul (situação da agropecuária);

Educação — a universidade e sua inter-relação com os outros níveis de ensino e o problema da graduação;

Degradação do meio ambiente — barragens e suas conseqüências, agrotóxicos, prevenção de enchentes e poluição industrial;

Política de saúde — ação integrada na área de saúde;

Recursos energéticos — mineração como fonte energética e bacias hidrográficas como fonte energética.

A inscrição de trabalhos (até 28 de fevereiro) e a inscrição para participar da reunião devem ser feitas junto às Secretarias Regionais, mediante carta ou ligação telefônica para:

Paraná — Carlos Roberto Appoloni, Departamento de Física, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, CEP 86100, Londrina, PR. Tels.: (0432) 27-5151 ramal 513, ou 23-0963 (residência);

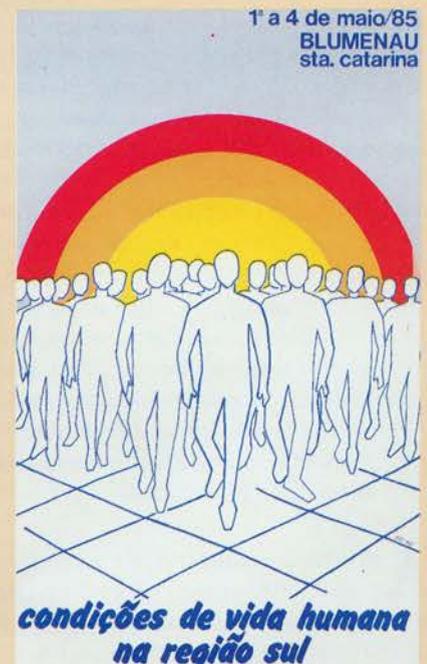
Santa Catarina — Norma Odebrecht, Fundação Educacional da Região de Blumenau, caixa postal 7-E, CEP 89100, Blu-

menau, SC. Tels.: (0473) 22-8288 ramal 19, ou 23-0265 (residência);

Rio Grande do Sul — Valério Rohden, Rua Guararapes 326, CEP 90000, Porto Alegre, RS. Tels.: (0512) 36-8399, ou 34-4558 (residência).

Até 15 de abril, a taxa de inscrição é de Cr\$ 8.000, para os sócios da SBPC, e de Cr\$ 15.000, para os não sócios. Após esta data, a taxa será de Cr\$ 12.000 e Cr\$ 20.000, respectivamente.

Vale destacar: os estudantes que se inscreverem com a devida antecedência terão assegurada hospedagem especial, pela módica diária de Cr\$ 1.000. Os interessados neste alojamento devem escrever diretamente para Norma Odebrecht, no endereço acima mencionado. Quanto mais cedo melhor.



Os Incêndios
e a Música

CIÊNCIAHOJE

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

Ano 1 nº 3 - julho/agosto de 1982 - Cr\$ 200,00



OBSERVANDO OS VENTOS CÔSMICOS
CÉREBRO, NEURÔNIOS E INFOR

O célebre n.º 1 volta à cena.
Aplausos prolongados.
É a terceira edição de um sucesso
que estava esgotado, mas todo
o mundo queria ver de novo.
Agora você também pode ter em
sua casa esta raridade.
O preço é exatamente o mesmo da
edição que você tem na mão.
Mande-nos o cheque hoje mesmo
e imediatamente você recebe o
número mais famoso e procurado
de Ciência Hoje.

MISS

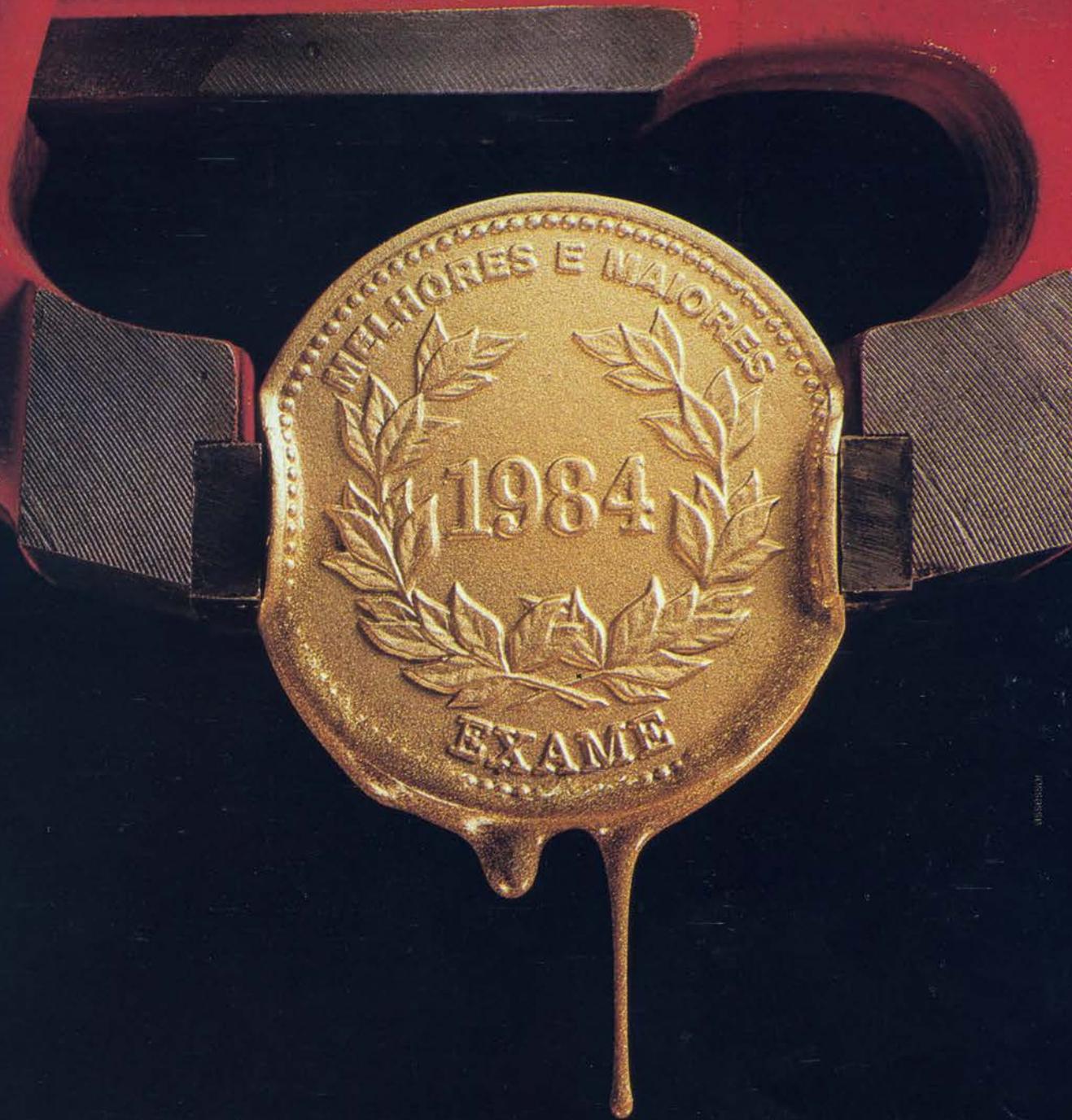
CIÊNCIAHOJE

À revista do Brasil inteligente.

HUMOR



A EXPULSÃO DO PARAÍSO



SID, a empresa do ano em Informática. Na forma e na essência.

Na forma, pelo desenvolvimento de tecnologia nacional padrão internacional. Pela valorização e aprimoramento dos seus profissionais. Por produzir qualidade em constante evolução. Pela liderança e melhor desempenho do setor.

Na essência, pela filosofia empresarial voltada para o mercado brasileiro de Informática, suas necessidades de hoje e do futuro, sua urgência por novas soluções e melhores equipamentos.

Aos clientes, fornecedores e funcionários responsáveis por mais esta vitória, o reconhecimento da SID, Empresa do Ano em Informática.

SID
INFORMÁTICA S.A.

SHARE

**PONTUALIDADE.
MAIS UM SERVIÇO EXCLUSIVO VASP.**



O que faz você preferir uma companhia aérea? Bom serviço de bordo, conforto, aviões novos, simpatia, aeromoças e

comissários atenciosos, eficiência nas reservas. Na Vasp você tem tudo isso e uma coisa mais: pontualidade.

Caso você não saiba, a Vasp é a empresa aérea mais pontual do Brasil. Por tudo isso, voe Vasp. Não perca tempo.

V A S P

Voe Vasp. **É a mais pontual.**