

ENCARTE
INFANTIL

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 10 Nº 60 Dezembro de 1989 NCz\$ 75,00



Manaus e Rio Branco (via aérea) NCz\$ 97,50

**ODORES NO
CONTROLE
DE PRAGAS**

AURORAS



A MAIS BELA BORBOLETA

EXPONHA O SEU PRODUTO



A MELHOR VITRINE DO PAÍS.



A MAIS VISTA E A QUE MAIS VENDE.

Uma vitrine que pode ser vista por 90 milhões de pessoas em 99% dos municípios brasileiros.

Diverte, informa, seduz e fala diretamente com o seu consumidor, onde quer que ele esteja.

A Globo proporciona maior velocidade de atingimento em todos os targets através de 70 mercados regionais e oferece os maiores índices de audiência em todas as praças e faixas horárias.

Na Globo, o seu produto entra em cena todos os dias dentro dos melhores programas da televisão.

É por isso que, há anos e anos, a Globo se mantém na preferência absoluta de audiência, garante a maior eficiência pelo menor custo e o retorno mais rápido para o anunciante.

Se você é exigente e precisa de uma mídia com criatividade e rentabilidade a curto prazo, olhe a etiqueta de qualidade do seu veículo de comunicação. Depois, decida-se pelo melhor.

Veicule na Globo. Uma vitrine que faz o seu produto brilhar.

A MELHOR VITRINE DO PAÍS.





7



22



29

CARTAS DOS LEITORES

4

AO LEITOR

5

TOME CIÊNCIA

6

Híbridos de pacu, peixe que habita as bacias do Paraná e Paraguai, e do amazônico tambaqui, que chega a pesar 30 quilos, estão sendo obtidos com sucesso *in vitro* por pesquisadores de São Paulo. Por Valdener Garutti.

Desvendar os segredos do átomo é o sonho do alemão W. Paul e dos americanos H. Dehmelt e N. Ramsey, premiados com o Nobel de Física este ano, conta Vanderlei S. Bagnato. O de Economia coube ao norueguês T. Haavelmo, pioneiro da Econometria, o que, segundo Fernando de H. Barbosa, corrige a tempo uma injustiça. Mari Armelin fala sobre os contemplados em Medicina e Fisiologia, M. Bishop e H. Varmus, e Francisco G. da Nóbrega sobre a descoberta que deu o prêmio de Química a S. Altman e T. Cech, este um dos mais jovens ganhadores do Nobel.

UM MUNDO DE CIÊNCIA

14

Um experimento surpreendente realizado em Massachusetts comprovou que uma molécula de ARN (batizada de ribozima) pode funcionar como enzima e, como esta, catalisar em segundos reações biológicas que levariam anos para completar-se. Por Francisco G. da Nóbrega e Claudio A. Bonjardim.

Aplicada ao estudo das proteínas, a técnica da ressonância magnética permitiu a químicos do Instituto Max Planck, na Alemanha Ocidental, chegar à estrutura tridimensional de uma dessas moléculas, em solução. Por Peter R. Seidl.

ENTREVISTA

18

Presidente do programa 'Florestas e Biodiversidades', o cientista Kenton Miller afirma que "o futuro da Amazônia é tão preocupante quanto uma guerra nuclear" e que a alternativa entre desenvolvimento e conservação é coisa do passado.

ARTIGOS

26

AURORAS

Walter D. Gonzalez, Osmar Pinto Jr., Alicia L.C. Gonzalez, Abraham C.L. Chian, Iara R.C.A. Pinto e Bruce T. Tsurutani

Espetáculo fascinante, as auroras merecem ser estudadas por si mesmas. Além disso, seu estudo diz respeito ao do plasma que envolve a Terra e que compõe aproximadamente 99% da matéria do universo.

FEROMÔNIOS NO CONTROLE DE PRAGAS 32

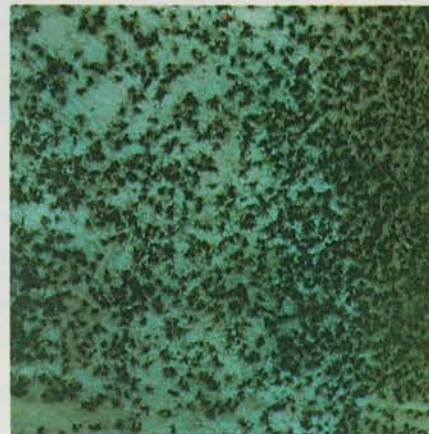
Evaldo Ferreira Vilela, José Tércio B. Ferreira, João Valentin Gasparotto e José Inácio L. Moura

Uma promissora linha de pesquisa busca uma estratégia que permita reduzir ou mesmo eliminar o uso dos pesticidas na lavoura e seus graves inconvenientes: é a investigação e a produção sintética de feromônios, substâncias voláteis e odoríferas por meio das quais os insetos se comunicam. Nos centros de pesquisa brasileiros, inicialmente experimenta-se o controle de pragas como a saúva e as lagartas que atacam o eucalipto, o milho e outras culturas.

AGRIAS, A RAINHA DAS BORBOLETAS 40

Jorge Kesselring

Raros foram os naturalistas, entre os alemães, ingleses e franceses que estudaram o gênero *Agrias*, que conseguiram criar em cativeiro essas borboletas, célebres por sua raridade e beleza, ou mesmo observá-las na natureza. A devastação das matas é a grande ameaça à sobrevivência das três mil espécies de *Agrias* encontradas no Brasil, especialmente na Amazônia e no Nordeste.



38

RESENHA

50

Há 30 anos era publicado um livro de alta significação na história intelectual do país: *Formação econômica do Brasil*, de Celso Furtado. Francisco Iglésias comenta sua repercussão na época e a permanência de suas teses, enquanto Flávio Rabelo Versiani examina as proposições fundamentais da obra, prevendo que ela continuará sendo uma das melhores introduções ao estudo da economia brasileira e um manancial para a pesquisa.

É BOM SABER

54

Nem castigo divino, nem mal hereditário, como a interpretavam os antigos, a hanseníase é uma doença bacteriana absolutamente controlável. Apesar disso, sua expansão alcança hoje os mais altos índices já registrados no país. Por Roberto Barros de Carvalho, Marise Muniz e Alicia Ivanissevich, com sucursais.

O ano de 1989 marca o bicentenário de publicação do famoso *Tratado elementar de química*, de Lavoisier, guilhotinado pela Revolução Francesa. O artigo de Carlos A. L. Filgueiras descreve a importância desse livro e a influência que exerceu, fundamental para muitas descobertas científicas.



47

ÍNDICE DO VOLUME 10

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS (ENCARTE)

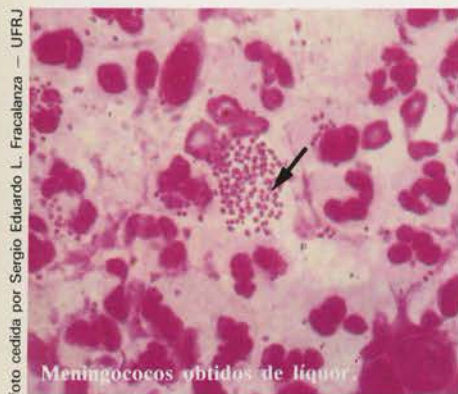


foto cedida por Sergio Eduardo L. Fracalanza - UFRJ

ocultação do problema. Mais ainda, no decorso de 1977, foi isolado de um esgoto, em Santos, um vibrião de cólera; poderia ou não se tratar de cepa patogênica, mas havia risco de epidemia se a primeira hipótese fosse verdadeira. Mais uma vez recorreu-se à imprensa para ampla divulgação da situação, ao mesmo tempo que se solicitava a colaboração da população para as energicas medidas exigidas pela gravidade das ameaças. Felizmente, o Instituto Adolpho Lutz e o CDC de Atlanta (EUA) verificaram, alguns dias depois, que não se tratava de cepa patogênica.

Como se vê, a acusação contida no depoimento da professora Rita Barata não encontra fundamento nos fatos, não sendo aceitável que se atribua aos responsáveis pela Saúde Pública, no estado de São Paulo, em período incluído no que por ela é referido, uma conduta que jamais adotariam, mormente se inspirada em interesse político.

Walter Leser, São Paulo

• *A professora Rita de Cássia Barata responde:*

Gostaria de reiterar que em momento algum do meu trabalho afirmei que durante a gestão do professor Walter Leser houve ocultação dos fatos. Pelo contrário. Sempre ressaltai que tal atitude de ocultação que prevaleceu até a sua posse mudou radicalmente a partir de então. A matéria publicada pode dar margem a interpretação errada, na medida em que fazíamos ali referência ao surto anterior de meningite, daí aparecer o período de 1971-1977. Se o professor Walter Leser recorrer ao texto de minha tese, encontrará na página 147 a seguinte afirmação: "A mudança que já vinha se processando desde o segundo semestre de 1974, sob a pressão do aumento explosivo da incidência, se aprofunda com a indicação do professor Walter Leser para a Secretaria de Saúde. Sem com isto diminuir o peso dos aspectos conjunturais, a presença de um renomado epidemiologista à frente da Secretaria certamente contribuiu para que o problema fosse apresentado abertamente à imprensa e à população, passando a ser tratado com a seriedade que ele exigia." O mesmo trecho pode ser encontrado na página 164 do livro publicado pela Editora Cortez. As

afirmações que faço se apóiam em material documental e jornalístico, únicas fontes de registro para os fatos da época. Considero que não há no trabalho afirmações gratuitas, e desta forma também considero a banca que o julgou para atribuir-me o grau de mestre. Comprometo-me, porém, a fazer as ressalvas cabíveis, nas oportunidades em que for entrevistada a respeito daquela epidemia.



ilustração Mark Fisher

MENINGITE

À página 72 do nº 56 de *Ciência Hoje*, lê-se, em depoimento atribuído à professora Rita de Cássia B. Barata, o seguinte trecho: "... nem sempre é de interesse político assumir a ocorrência de um surto. Neste caso, utilizam-se malabarismos verbais, e às vezes técnicos, para tentar provar que não há epidemia. No período 1971-1977, esse artifício tornou-se evidente, quando se retardou a divulgação dos dados com o objetivo de manter a imagem do país.

Pelo menos para o período a partir de 1975, a afirmação é inteiramente desprovida de verdade, no que tange ao estado de São Paulo. Quando Paulo Egydio Martins assumiu o governo do estado, em março de 1975, a epidemia de meningite já havia alcançado proporções tais que sua existência dispensaria divulgação. O que se impunha era a vacinação de toda a população do estado, o que foi feito, de imediato, com a colaboração estreita do Ministério da Saúde, a cuja frente se encontrava Paulo de Almeida Machado. Os resultados já foram objeto de ampla divulgação.

Além disso, ainda em 1975, surgiram, em municípios do litoral sul do estado, casos de encefalite; o estudo epidemiológico logo mostrou que se configurava um quadro epidêmico, com evidências de se tratar de arbovírose. Imediatamente foram convocados os órgãos de imprensa para dar conhecimento à população do que ocorria, incluindo medidas que estavam sendo adotadas para combate aos vetores e para assistência aos atingidos pela grave enfermidade. Em hipótese alguma se pensou em recorrer à

BIBLIOGRAFIA

Meu artigo 'Controle e subversão da proliferação celular' (*Ciência Hoje* nº 52, p. 15) foi publicado com erros nas citações bibliográficas: a) * (um asterisco) correspondia à seguinte referência, omitida pela revista: J.M. Bishop (1985) *Cell* 42, 23-38; b) onde se lê ** deveria ser * e ***, o que corresponde às duas referências que aparecem no texto. Não posso deixar de lamentar e registrar a ironia do fato de que o autor omitido (Bishop) foi um dos ganhadores do prêmio Nobel de Medicina deste ano.

Mari Sogayar Armelin, Instituto de Química, USP (SP)

• *Geralmente, os autores enviam muitas referências bibliográficas acompanhando seus artigos, como é de boa norma acadêmica. Entretanto, como nossa revista se destina sobretudo aos leitores leigos, preferimos selecionar dentre elas as mais recentes, as mais relevantes e as mais acessíveis ao nosso público (i.e., publicadas em português ou espanhol, e em periódicos de fácil acesso). No caso do artigo da prof.ª Armelin, portanto, não se tratou de um erro, mas sim de uma norma editorial de Ciência Hoje. Quanto ao prêmio Nobel conferido a Bishop por seu trabalho, o artigo da professora é publicado na página 11 desta edição.*

PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA

Em outubro de 1989 — antes, portanto, dos dois turnos da eleição presidencial —, já manifestávamos ao futuro chefe do governo, em editorial, profunda preocupação ante “o quadro de deterioração em todo o sistema de ensino e pesquisa no Brasil(...), no mínimo, alarmante”.

A universidade e a ciência no país estão mergulhadas em crise sem precedentes. Enquanto o mundo desenvolvido avança, célere, impulsionado por vertiginosa revolução científica e tecnológica, nós vamos ficando para trás, penalizando ainda mais nosso povo e comprometendo seriamente nosso futuro como nação.

O penoso processo de democratização nos trouxe, enfim, a primeira eleição direta para presidente da República nos últimos 29 anos. Mas não nos livrou de incertezas básicas, assim como não nos permitiu entrever definições essenciais. O que fazer, por exemplo, na eventual emergência de um colapso econômico, provocado pela hiperinflação? Não podemos permitir que essa situação extrema seja utilizada como elemento de pressão para forçar o país e a opinião pública a aceitarem soluções indesejadas e antidemocráticas.

O horizonte sem clareza nos leva a prezar ainda mais o nível de democracia que alcançamos, nossa maior conquista até agora, ainda que frágil e socialmente injusta. E nos leva, também, a insistir na necessidade de ampliá-la, sempre e cada vez mais, para que consiga, um dia, incorporar a totalidade dos brasileiros ao estatuto da dignidade humana.

O novo governo tem uma Constituição a respeitar, em letra e espírito. É um balizamento claro de instituições e normas que deve ser consolidado, sob pena de recuos e convulsões ainda mais graves em nossa trajetória política. Dentro dele, tudo pode ser empreendido. Fora dele, corremos o risco de voltar a um passado de desastroso.

Por isso, há que aumentar consideravelmente a participação na vida pública e o controle social de toda e qualquer ação que diga respeito à coletividade. Há que fortalecer os partidos políticos — instrumentos fundamentais da construção democrática — e as organizações que representam interesses legítimos dos mais variados grupos sociais. Há que revelar a plenitude da política como ofício humano de caráter superior, escola de espírito e serviço público, instância de decisão elevada sobre os destinos da cidadania, e não apenas como feira de egoísmos, falsidades e degenerações.

Esta evolução não dispensa o Estado. Pelo contrário, o pressupõe, devidamente reformado e comprometido, em todos os níveis, com a obra democrática, a eficiência e a equidade — cida- dela da racionalidade e da isenção na coleta e uso dos recursos públicos, e centro de estímulo permanente ao desenvolvimento de todos e de cada um dos cidadãos.

Estado transparente e ágil, alicerçado na independência dos poderes e no pluralismo das idéias, capaz de conviver com o dissenso e o consenso, respeitado e acessível, vigoroso e descentralizado, coordenador dos esforços da nação nos caminhos estratégicos do progresso e da prosperidade geral, e condutor firme

e hábil de nossa inserção em um mundo cada vez mais integrado e interdependente, embora ainda injusto e discriminador.

Este marco de planejamento nas sociedades modernas vê no conhecimento científico ferramenta imprescindível para a conquista cotidiana e aberta do bem comum. Ele faz da pesquisa patrimônio público e prioridade maior entre as atividades que exigem compromisso ético, constância, estabilidade e visão humanista de longo alcance.

Formular e conduzir a política de desenvolvimento científico e tecnológico são deveres intransferíveis do Estado responsável e democrático, da mesma forma que o planejamento e a realização dos programas fundamentais de saúde e educação, capazes de beneficiar a população inteira. Abster-se de tarefas tão relevantes é confiar o futuro do país a conveniências unilaterais e subalternas, desvirtuando por completo seu caráter eminentemente público e de interesse coletivo.

Dentro do Estado, cabe ao Congresso Nacional, órgão máximo da representação popular, papel decisivo na definição, debate, aprovação e fiscalização rigorosa destas questões cruciais, de cuja solução depende o que seremos amanhã como povo: se ainda majoritariamente pobres e atrasados, como hoje, ou se já imersos no trabalho de superar esta condição, sem perder de vista os valores supremos da democracia e da justiça social.

Há muito a defender e, mais ainda, a conquistar na modernidade que se ergue à nossa frente, tendo como desafio tudo o que significa capacitação do país em áreas essenciais da ciência e da tecnologia. Toda abertura econômica deve ser promovida, desde que tenha por objetivo não o residual do aluguel do país e de suas vantagens comparativas, mas a formação em grande escala de massa crítica e a habilitação nacional em ritmo crescente no maior número possível de setores. Assim, aumentaremos nossa força competitiva e alcançaremos, enfim, melhor participação no contexto mundial.

Nesta jornada histórica, certamente teremos ao nosso lado os importantes parceiros da integração latino-americana, mais necessária que nunca para incrementar nosso poder de negociação internacional. Empenhada em acelerar tal aliança, a SBPC realizará sua 42ª Reunião Anual — marcada para julho deste ano, em Porto Alegre, no *campus* central da Universidade Federal do Rio Grande do Sul — sob um tema geral que fala por si: “Ciência e Integração na América Latina”.

As decisões capitais a serem tomadas em breve pelo novo governo, de um lado, e os compromissos que assumimos ao longo das últimas décadas com o efetivo avanço da democracia e da ciência, de outro, nos colocam no olho do furacão da etapa que ora se inaugura em nossa história.

A comunidade científica e toda a inteligência brasileira precisam estar juntas, solidárias e competentes, para corresponderem ao que delas tem o direito de esperar a maioria da população, eterna vítima das mistificações e falcatuas que ainda vicejam em nosso país.

Os Editores

Híbridos de pacu e tambaqui na piscicultura

A proteína de origem animal de menor custo para a população humana é seguramente a encontrada na carne dos peixes, organismos que podem ser pescados ou criados em praticamente qualquer porção de água. No Brasil, porém, apesar da existência de milhares de quilômetros de litoral banhado pelo oceano Atlântico e de numerosas e extensas bacias hidrográficas interiores, a produção de pescado ainda não atingiu um milhão de toneladas anuais (figura 1), o que implica um consumo muito baixo, de pouco mais de seis quilogramas por habitante ao ano.

Para se ter uma idéia de como a produção brasileira de pescado é pequena, basta compará-la à de outros países latino-americanos, como o Chile e o Peru, que produzem em média duas e quatro vezes mais, respectivamente. Estes dois países possuem, em relação ao Brasil, uma costa marítima e uma bacia hidrográfica substancialmente menores.

A quase totalidade do pescado consumido no país provém dos estoques pesqueiros naturais. Os peixes marinhos contribuem com cerca de 75% e os restantes 25% se originam de capturas em rios, lagos e represas. Atualmente, o pescado de água doce é capturado fundamentalmente no pantanal matogrossense e na Amazônia. Embora a produção nacional venha crescendo de forma constante, o porte médio dos peixes comercializados está diminuindo de ano para ano: os surubins e pintados pescados no pantanal até cerca de cinco anos atrás, por exemplo, atingiam 15-20 quilos ou mais; nos dias de hoje a grande maioria não ultrapassa dez quilos. Este é um forte indício de que a sobrepesca, ou seja, a pesca em excesso, que o ecossistema não comporta, está suplantando a produção natural e exaurindo os estoques pesqueiros.

Como todo recurso natural renovável, o pescado necessita de um certo tempo, variável de espécie para espécie, para estar disponível novamente, em condições normais de aproveitamento. Este tempo, entretanto, vem sendo drasticamente aumentado, ou a renovação é impossibilitada, pelas alterações ambientais provocadas pelo homem, que afetam o ciclo biológico dos peixes. As principais interferências, neste caso, são desmatamentos, assoreamentos, represamentos, uso de agrotóxicos, despe-

jo de resíduos industriais e esgotos domésticos, colmatagem de lagoas marginais (desvio das águas para áreas planas de uso agrícola) e drenagem de alagadiços, além da pesca predatória. Estas práticas comprometem irremediavelmente o aumento da produção de pescado, levando-se em conta apenas os estoques naturais.

A opção mais viável, ou talvez a única possível, para alterar este quadro é a piscicultura. A criação de peixes, quer intensiva (em altas densidades de estocagem e com uso de rações), quer extensiva (em áreas amplas e sem interferir muito no ecossistema), ainda está engatinhando no Brasil, apesar da abundância de subprodutos agropecuários que podem ser usados em adição ou substituição às rações específicas.

O zoólogo Rodolpho von Ihering, um pioneiro da piscicultura do país, chamou a atenção para esta questão nas décadas de 1920 e 1930, mas os estudos sobre a cria-

ção de peixes só foram retomados nos anos 70. Hoje, há um grande impulso nesta área de pesquisa no Brasil, o que levará a piscicultura, de acordo com especialistas, a ocupar um lugar de destaque nos anos 90, como produtora de proteínas.

A ausência completa de dados estatísticos a respeito da piscicultura brasileira mostra que a atividade ainda está longe de alcançar uma participação importante no suprimento nacional. O desenvolvimento e o desempenho da piscicultura têm encontrado dificuldades no país, e entre as possíveis causas creditamos a utilização, em larga escala, de espécies exógenas à nossa fauna de peixes, adaptadas a condições ambientais diferentes das brasileiras. Pouco se fez no sentido do desenvolvimento de rações e de tecnologias de manejo adequadas, e no sentido do melhoramento genético, visando a aprimorar linhagens mais bem adaptadas às condições brasileiras.

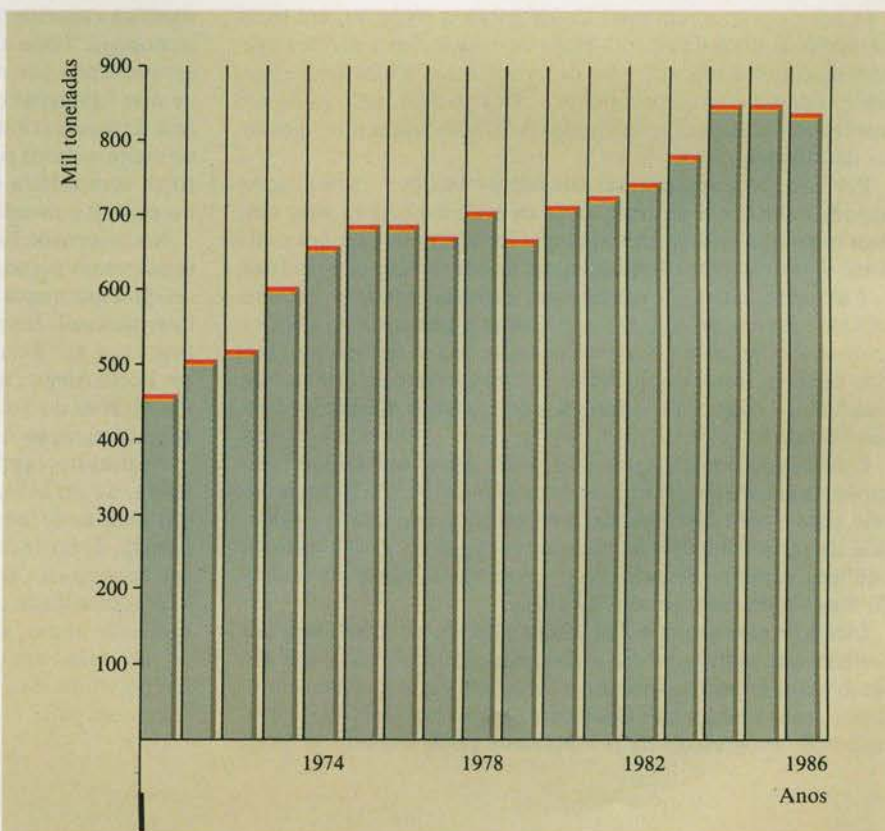


Fig. 1. Capturas de peixes no Brasil, entre 1970 e 1986, de acordo com o Anuário Estatístico do IBGE, 1973 a 1988.



Fig. 2. A utilização de híbridos de espécies nativas do Brasil, como os da foto, obtidos a partir do cruzamento de fêmeas de tambaqui com machos de pacu, é a mais sensata alternativa para o desenvolvimento da piscicultura nacional.

O fraco desempenho do setor tem orientado numerosos pesquisadores para a busca de alternativas. As mais sensatas, a nosso ver, são as que visam ao melhoramento genético de espécies nativas das várias regiões do país (figura 2). Este é o material que deve ser lapidado, porque já possui uma imprescindível vantagem: está dotado de um patrimônio gênico naturalmente aperfeiçoado ao longo dos tempos e portanto mais bem ajustado às condições ambientais brasileiras. As condições de piscicultura, evidentemente, são outras, mas as macrocondições permanecem as mesmas. Facilitando este trabalho, o Brasil possui uma das faunas de peixes de água doce mais ricas do mundo, com cerca de três mil espécies já catalogadas.

A utilização de um híbrido do pacu e do tambaqui, peixes caracídeos da ordem *Characiformes*, é uma das alternativas em estudo. O pacu, *Piaractus mesopotamicus* (= *Colossoma mitrei*), é uma espécie omnívora, mas preferencialmente frugívora, que habita a bacia dos rios Paraná e Paraguai. É intensamente pescado no pantanal matogrossense, mas raramente capturado nos rios que formam a bacia do Paraná superior, exceto em locais como a barragem de Promissão, no rio Tietê, onde a Companhia Energética de São Paulo (CESP) realizou recentemente uma experiência de repovoamento com este peixe. O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um dos peixes mais cobiçados pelos pescadores da região amazônica, onde é encontrado. De porte maior do que o pacu, pode atingir cerca de 30 quilos. É igualmente om-



Fig. 3. Híbrido 'tambacu' jovem, com três meses de idade e aproximadamente 60 mm de comprimento total.

nívoro e está adaptado às condições de inundação dos igapós, contribuindo para a disseminação de sementes. Ambas as espécies migram rio acima para desovar, na época da piracema.

Diversos pesquisadores têm obtido os híbridos do pacu e do tambaqui. Do ponto de vista científico, porém, pouco se conhece a respeito desses organismos e do seu comportamento em condições de piscicultura. Em conjunto com um grupo de pesquisadores, no Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Jaboticabal, estamos justamente estudando o pacu, o tambaqui e os híbridos (o 'tambacu', obtido no cruzamento de fêmea

de tambaqui com macho de pacu) e o 'paqui', obtido no cruzamento da fêmea do pacu com macho de tambaqui), com a intenção de reunir informações que facilitem a introdução dessas espécies na piscicultura intensiva.

Os híbridos são conseguidos *in vitro*, através de reprodução induzida com hormônios sintéticos ou extraídos da hipófise. A reprodução de pacus e tambaquis em cativeiro tem sido obtida somente com esta técnica. Do ponto de vista citogenético, os cariótipos (conjuntos cromossômicos que identificam cada espécie) de ambos e do híbrido 'tambacu' compõem-se de 54 cromossomos, incluindo dez pares metacêntricos, nos quais a região denominada centrômero situa-se aproximadamente no meio do cromossomo, e 17 pares submetacêntricos, em que essa região está próxima a uma das extremidades.

As duas espécies e o híbrido 'tambacu' são indistinguíveis se o material cromossômico for examinado com a técnica de coloração convencional, mas a técnica de análise da banda C, ao colorir de forma mais intensa determinadas áreas do material, possibilita uma identificação precisa, através das marcas encontradas em alguns cromossomos: os pares cinco e seis de *Piaractus mesopotamicus* e os pares três, 14 e 20 de *Colossoma macropomum*.

Sob o aspecto morfológico, o tambaqui é proporcionalmente mais comprido que alto em relação ao pacu, e o híbrido 'tambacu' tem o corpo semelhante ao do tambaqui (figura 3). Quanto à coloração, estes

híbridos seguem o padrão dos demais peixes da subfamília *Myleinae*, à qual pertencem o pacu e o tambaqui. O padrão de colorido varia intensamente, de acordo com o desenvolvimento ontogenético. Quando jovens, apresentam o corpo prateado, com o dorso acinzentado e o ventre esbranquiçado. Lateralmente, possuem estreitas faixas transversais mais escuras. As nadadeiras anal, caudal e pélvica são avermelhadas, notadamente a anal, enquanto a dorsal e as peitorais são semitransparentes. Nos olhos, acima e abaixo da pupila, aparecem manchas negro-avermelhadas. Quando atingem 200 milímetros ou mais de comprimento, os exemplares tornam-se escuros, amarelo-acinzentados, com uma nítida mancha negra ao longo da metade posterior da nadadeira anal. Apenas uma pequena parte da região ventral é clara, de cor creme, e as nadadeiras restantes também são escuras, como o corpo (figura 4).

Para ser aproveitado na piscicultura, um peixe deve atender a alguns requisitos básicos. No caso do híbrido 'tambacu', já foram avaliados alguns desses parâmetros, como a relação crescimento/ganho de peso, o comportamento em relação à temperatura e ao oxigênio dissolvido e a resistência ao manejo.

Quanto à relação crescimento/ganho de peso, dados preliminares indicam que este híbrido apresenta índices superiores ao pacu, pelo menos nos primeiros anos de vi-

da. A diferença, em torno de 36% com um ano de idade, diminuiu para cerca de 17% com quase três anos, atual estágio da pesquisa (figura 5). Com dois anos, os peixes já podem ser comercializados. Esta diferença é significativa para a piscicultura, porque em um mesmo período de tempo e nas mesmas condições de experimento o híbrido adquire um quinto de peso a mais que o pacu.

Idade/meses	Pacu	'Tambacu'	Diferença/%
12	431	586	36
25	1.210	1.470	21
35	1.534	1.795	17

Fig. 5. Pesos médios (em gramas) do pacu e do híbrido 'tambacu' e diferenças percentuais entre eles, em função da idade.

A temperatura da água é um fator limitante para a criação do tambaqui no Sul do país, uma vez que este peixe mostra-se pouco resistente em ambientes mais frios, por ser natural de regiões tropicais. O pacu, porém, tolera quedas bruscas e mais acentuadas de temperatura, por estar mais adaptado às mudanças climáticas que ocorrem nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde existem duas estações bem diferenciadas, uma quente e chuvosa, de outubro a março, e uma seca e fria, de abril a setembro. O 'tambacu', na pesquisa, tem mos-

trado uma grande tolerância à sazonalidade, comparável à do pacu.

A avaliação do comportamento em relação ao oxigênio dissolvido na água mostra que neste caso o tambaqui supera o pacu, suportando muito bem grandes reduções dos níveis de O_2 , talvez por viver em regiões constantemente alagadas, nas quais os níveis do gás são instáveis. Embora seja também um peixe rústico, o pacu é me-

nos resistente, subindo rapidamente à tona ou colocando-se em posição anormal, com o corpo inclinado em ângulo de 30 graus em relação ao substrato, quando o oxigênio diminui. O estresse assim provocado causa uma elevada percentagem de mortes. Nesse aspecto, a pesquisa mostrou que o híbrido 'tambacu' resiste mais do que o próprio tambaqui à diminuição do oxigênio. Nas mesmas condições de experimento, a mortalidade do híbrido é inferior a 0,5%, enquanto a do pacu pode chegar a um índice de 10%.

Em relação ao manejo, prática inerente à piscicultura, o tambaqui mostra-se frágil, quando a atividade é praticada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Especialmente no inverno, com a ocorrência de quedas na temperatura da água, a taxa de mortalidade pode aumentar. O pacu é bem mais resistente ao manejo e raramente ocorre mortalidade. O 'tambacu' também revelou grande rusticidade, não se observando mortalidade em praticamente três anos consecutivos de pesquisa, realizada com amostragens mensais, mesmo no período de inverno.

Assim, de acordo com os dados obtidos nas pesquisas realizadas até o momento, os híbridos de fêmeas do tambaqui com machos do pacu revelam-se promissores para utilização na piscicultura, hoje praticada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, as mais densamente povoadas do Brasil.

Valdener Garutti

Instituto de Biociências,
Universidade Estadual Paulista/
São José do Rio Preto



Fig. 4. Híbrido 'tambacu' com 26 meses de idade e cerca de 350 mm de comprimento total.



CONCURSO DO INVENTOR NACIONAL

O Centro Federal de Educação Tecnológica "CSF" realizou, com o patrocínio da Petrobrás, o 7º Concurso do Inventor Nacional. Os participantes tiveram seus trabalhos avaliados por comissão julgadora formada por engenheiros das instituições:

- Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET
 - Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ
- Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello - CENPES
 - Instituto Nacional de Tecnologia - INT
 - Instituto Militar de Engenharia - IME
 - Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI

RESULTADO DO JULGAMENTO - PREMIAÇÃO

1º Lugar - Autores:

**NEUCYR ESTEVAM PERALTA DE ANDRADE, LUIZ FIRMINO KIRCHHOF, ORION DA SILVA MELLO,
ANA CRISTINA DE DAVID, CEZAR AUGUSTO PINTO MOTTA, MARIO SÉRGIO DE LIMA AZEREDO E
FERNANDO JOSÉ DE SÁ PEREIRA GUIMARÃES**

Título: Cadeira de Rodas Ergonômica

Estado: Rio Grande do Sul - Universidade Federal de Santa Maria

Prêmio: NCz\$ 2.910,00 (dois mil, novecentos e dez cruzados novos)

2º Lugar - Autor:

FERNANDO ANTÔNIO FRANCO DA ENCARNÇÃO

Título: Hidrocapacitor Yo

Estado: Pernambuco - Recife

Prêmio: NCz\$ 1.455,00 (Hum mil, quatrocentos e cinquenta e cinco cruzados novos)

3º Lugar - Autora:

CLEMÊNCIA PECORARI PIZZIGATTI

Título: Dispositivo para Auxiliar nas Excreções Urinárias e Intestinais

Estado: São Paulo - Universidade Federal de São Carlos

Prêmio: NCz\$ 1.164,00 (Hum mil, cento e sessenta e quatro cruzados novos)

4º Lugar - Autor:

GIL PORTUGAL FILHO

Título: Processo para utilização da escória de alto forno na retenção de óleos sobrenadantes em águas correntes

Estado: Rio de Janeiro - Cia. Siderúrgica Nacional

Prêmio: NCz\$ 931,00 (novecentos e trinta e um cruzados novos)

5º Lugar - Autor:

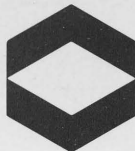
PAULO ESTEVES JUNIOR

Título: Sistema de Lingotamento Contínuo de Chapas Finas

Estado: Rio de Janeiro - Cia. Siderúrgica Nacional

Prêmio: NCz\$ 700,00 (setecentos cruzados novos)

PATROCÍNIO:



PETROBRAS
PETROLEO BRASILEIRO S.A.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
GOVERNO FEDERAL

NOBEL DE FÍSICA DE 1989

Os segredos do átomo

Os três cientistas premiados com o Nobel de Física de 1989 dividem o mesmo sonho: desvendar os mistérios do átomo. Um na Alemanha Ocidental, e dois nos Estados Unidos, todos deram contribuição decisiva para a física atômica e molecular. Os físicos W. Paul, da Universidade de Bonn, e H. Dehmelt, da Universidade de Washington, são os responsáveis pelo desenvolvimento de dois tipos de armadilhas para íons. Uma delas (que leva o nome de Paul), consiste numa configuração de eletrodos que permite, por meio da aplicação de uma voltagem alternada, confinar partículas carregadas numa certa região. No outro tipo de armadilha para íons, chamado *penning*, a tensão elétrica não é alterada, mas um campo magnético intenso ajuda no confinamento transversal dos íons. Em ambos os casos, as forças elétricas e magnéticas exercidas sobre as partículas fazem com que elas sejam sempre atraídas para o centro geométrico da configuração de eletrodos. As técnicas de confinamento de partículas permitem a realização de vários experimentos, possibilitando o aprisionamento de um único elétron ou íon. A estrutura e a natureza do átomo podem, portanto, ser estudadas em detalhes. Experimentos recentes com partículas aprisionadas têm revelado efeitos inéditos como *quantum jumps* e precisões incríveis na determinação dos estados energéticos dos átomos, além de proporcionar estudos de transição de fases.

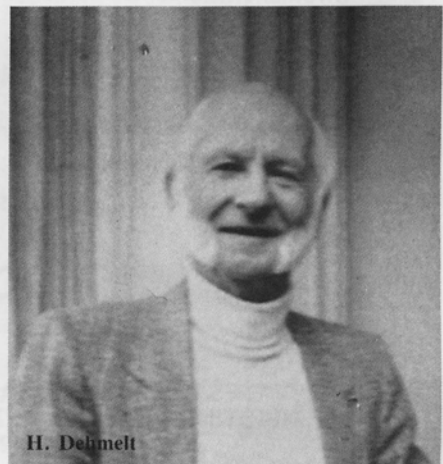
Por sua vez, o professor N. Ramsey, do Departamento de Física da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, tem, no seu currículo, o desenvolvimento do *maser* de hidrogênio, que, junto com o *maser* de amônia (desenvolvido em 1954 por Townner e sua equipe), abriu as portas para a descoberta do *laser* (abreviação em inglês da expressão 'luz amplificada por emissão estimulada'). Além disto, Ramsey dedicou toda a sua vida ao estudo cuidadoso de átomos e moléculas por meio da interação com radiação eletromagnética, um campo de pesquisa hoje conhecido pelo nome de espectroscopia atômica.

Entre seus grandes feitos está a invenção desde uma poderosa espectroscopia atômica até a 'técnica dos campos oscilatórios separados', em que átomos pertencentes a um feixe atômico são excitados e analisa-

dos em diferentes posições do espaço. Esta técnica permitiu o surgimento de dispositivos como o relógio atômico, no qual a frequência da radiação necessária para produzir uma transição eletrônica é determinada com altíssima precisão. Desta forma se pode chegar a um padrão de tempo altamente confiável.

O relógio atômico trabalha com um feixe de átomos de césio e seu princípio é semelhante ao uso do pêndulo no relógio tradicional: uma unidade de tempo é associada a um número inteiro de oscilações do dispositivo. O césio se presta facilmente à produção de feixe atômico, além de ter uma estrutura de níveis de energia altamente conveniente. Por isto, no relógio atômico que utiliza o Cs-133, o que se determina é a frequência da radiação necessária para se fazer uma transição eletrônica de um estado de energia para outro. Uma vez conhecida com alta precisão esta frequência, convencionou-se a unidade de tempo: 1 s, em termos destas oscilações.

No relógio atômico de Cs (ver figura), um feixe atômico deste elemento é produzido e passa imediatamente por um campo magnético que tem a propriedade de selecionar do feixe somente os átomos que estão no estado de energia requerido pelo experimento. Após esta seleção, uma fon-

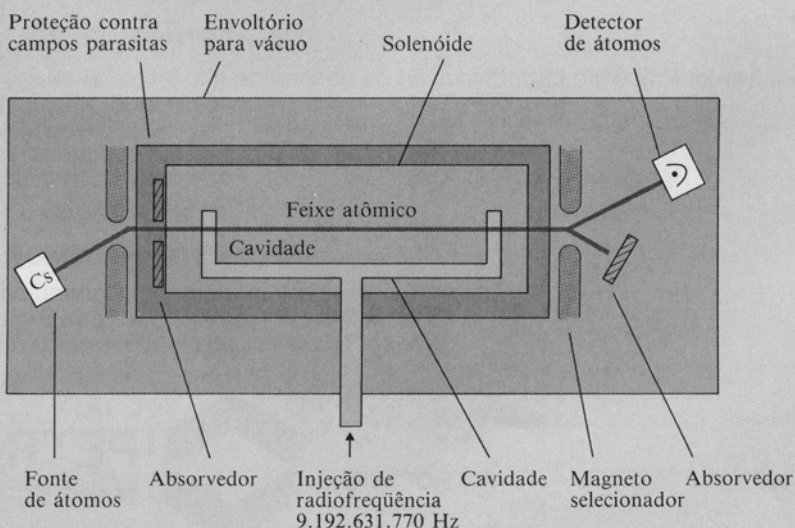


H. Dehmelt

fotos AP-Agência JB

te de radiofrequência excita os átomos, promovendo a transição eletrônica para um novo estado. Estes átomos excitados caminham livremente, sendo interrompidos alguns metros adiante. Nova seleção é então feita por um segundo campo magnético, determinando-se com a ajuda de um detector os átomos que sobreviveram no estado excitado. A frequência da transição é obtida por meio da variação da radiofrequência injetada no sistema. Quando este valor corresponde exatamente à frequência da transição, um grande número de átomos

ESQUEMA DO RELÓGIO ATÔMICO COM FEIXE DE CÉSIO.



excitados é produzido e portanto mais átomos são detectados.

O grande problema do relógio atômico é eliminar todos os fatores externos que contribuem para perdas de precisão na determinação da frequência. Entre estes fatores, encontra-se o 'efeito Doppler', pelo qual a frequência com que o átomo absorve ou emite radiação passa a depender de sua velocidade. O relógio atômico apresen-

ta a grande vantagem de ser completamente reproduzível com grande fidelidade, já que dois átomos de césio, por exemplo, um no Brasil e outro na China, são perfeitamente iguais. Muitos acordos internacionais têm sido feitos no intuito de estabelecer uma definição da unidade de tempo que chamamos de segundo. Com o advento do relógio atômico, por ocasião da 13ª Conferência de Pesos e Medidas, de 1967,

a definição mais aceita para o segundo é a seguinte: "O segundo é a duração de 9.192.631.770 períodos de oscilação da radiação correspondente à transição entre dois dos estados fundamentais do átomo de Césio-133."

Vanderlei Salvador Bagnato

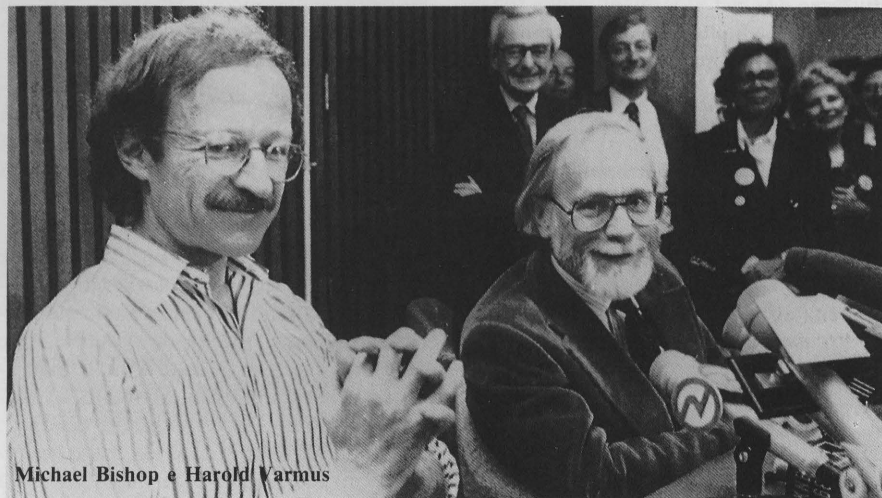
Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

NOBEL DE MEDICINA E FISILOGIA DE 1989

Genes que regulam a proliferação celular

Michael Bishop e Harold Varmus, pesquisadores da Universidade da Califórnia, ganharam o prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia de 1989 por terem aberto o caminho para a compreensão dos mecanismos de controle da proliferação de células normais e das formas pelas quais este controle pode ser perdido, provocando o aparecimento de tumores. A divisão celular é regulada por dois tipos de genes: (a) oncogenes ou genes promotores da proliferação; (b) antioncogenes ou genes supressores da divisão celular (ver 'Controle e subversão da proliferação celular', em *Ciência Hoje* n.º 52). Oncogenes são genes ou pedaços de moléculas de ADN, que armazenam a informação genética relacionada com o surgimento de câncer (onco = tumor).

A predisposição genética ao câncer é reconhecida há muito tempo. Diversos agentes são capazes de causar o aparecimento de tumores ou neoplasias: agentes físicos (radiação ultravioleta do Sol, radiação gama da explosão atômica e raios X em excesso); agentes químicos (poluentes carcinogênicos) e biológicos (vírus tumorais). A questão crucial para os pesquisadores era saber como e onde atuam agentes tão diferentes para causar o mesmo efeito — o desenvolvimento de um tumor. Uma hipótese estudada era a de que os oncogenes virais teriam sido adquiridos pelas células ao longo de sua evolução, passando a fazer parte da bagagem genética da célula. No estado latente, este oncogene seria inócuo. Porém, uma vez ativado (por agentes físicos, químicos ou biológicos) poderia levar a neoplasias. Para testar esta hipótese, Bishop e Varmus planejaram experiências que permitissem procurar oncogenes virais em células normais, não infectadas. Qual não foi a sua surpresa quando descobriram que células não infectadas dos mais diversos or-



Michael Bishop e Harold Varmus

ganismos apresentavam genes homólogos (quase iguais) aos oncogenes virais.

Num lance de genialidade e clarividência, Bishop escreveu em seu artigo 'Oncogenes', publicado pela *Scientific American* em 1982: "Os oncogenes celulares talvez sejam parte de uma grande rede, delicadamente equilibrada, de controles que regulam o crescimento e o desenvolvimento de células normais. A atividade excessiva de um destes genes poderia inclinar a balança da regulação para o crescimento descontrolado." Em 1983 tivemos as primeiras comprovações de sua hipótese. Os proto-oncogenes ou oncogenes celulares foram identificados como produtores de proteínas que controlam a proliferação celular — os fatores de crescimento, seus receptores e proteínas intracelulares que propiciam a transdução do sinal recebido pela interação do fator de crescimento com o seu receptor na membrana até o núcleo, onde ocorre a duplicação do material genético para que a célula possa se dividir.

A ligação íntima que havia entre as proteínas reguladoras da divisão celular e os vírus tumorais passou então a ser compreendida. Oncogenes virais são versões alteradas de genes celulares. Algumas neoplasias resultam de alterações de proto-oncogenes celulares ou de infecção viral (a qual leva à introdução de um oncogene viral na célula ou então a uma alteração de proto-oncogenes celulares). Outras (retinoblastoma, por exemplo) podem advir da falta de proteínas repressoras da proliferação celular, codificada pelos antioncogenes. Curiosamente, alguns vírus tumorais (adenovírus, poliovírus, SV40 e papiloma) parecem atuar justamente por inativação de antioncogenes. A compreensão dos processos de proliferação celular abre, portanto, novas avenidas para a terapia e prevenção dos diversos tipos de anomalias e tumores.

Mari Armelin

Instituto de Química, Universidade de São Paulo

NOBEL DE ECONOMIA DE 1989

Uma injustiça reparada

O Prêmio Nobel de Economia de 1989 foi concedido ao norueguês Trygve Haavelmo, um nome certamente pouco conhecido para os economistas não familiarizados com a história da econometria. Desde que, em 1969, o Banco Central da Suécia estabeleceu que o Nobel também seria conferido à área de Economia, o prêmio já distinguiu a maioria dos economistas que contribuíram para a revolução científica dos últimos 50 anos, decorrente da utilização dos métodos quantitativos (da estatística e da matemática) na economia. Nesse reconhecimento, Haavelmo não tinha ainda sido incluído, mas este ano a injustiça foi corrigida.

Seu trabalho mais importante, *The Probability Approach in Econometrics* (O enfoque de probabilidade em econometria), foi escrito em 1941 e publicado num suplemento da *Revista Econométrica* (editada pela Sociedade Econométrica Internacional), em julho de 1944, imediatamente após a Segunda Guerra Mundial. O editor dessa revista era na época o também norueguês Ragnar Frisch, de quem Haavelmo fora aluno, e que dividiu com o holandês Jan Tinbergen o primeiro Prêmio Nobel de Economia, pelas contribuições de ambos ao desenvolvimento da econometria, que consiste na aplicação de métodos estatísticos e matemáticos à análise de dados econô-

micos, com o propósito de dar conteúdo empírico às teorias econômicas, de forma a poder verificá-las ou refutá-las, segundo uma definição de livro texto (*Introduction to Econometrics*, G. S. Maddala, Nova York, Macmillan, 1988).

O trabalho seminal de Haavelmo consistiu em estabelecer os fundamentos da econometria, propondo uma metodologia pela qual a teoria da probabilidade e a inferência estatística poderiam ser aplicadas aos modelos econômicos. Também mostrou que a especificidade dos modelos econômicos, em virtude da determinação simultânea das variáveis, acarretava problemas estatísticos peculiares, não encontrados em outras áreas de conhecimento, problemas estes que demandavam o desenvolvimento de técnicas de estimação apropriadas.

Na verdade, Haavelmo não somente propôs uma metodologia para a econometria, como também formalizou indiretamente uma agenda de pesquisa, que veio a ser desenvolvida até o final da década de 1940 na Comissão Econômica Cowles, sediada na Universidade de Chicago. As pesquisas realizadas nessa comissão foram o núcleo da revolução quantitativa na economia, seja na econometria ou na economia matemática, e muitos dos economistas que estiveram a ela associadas, de uma

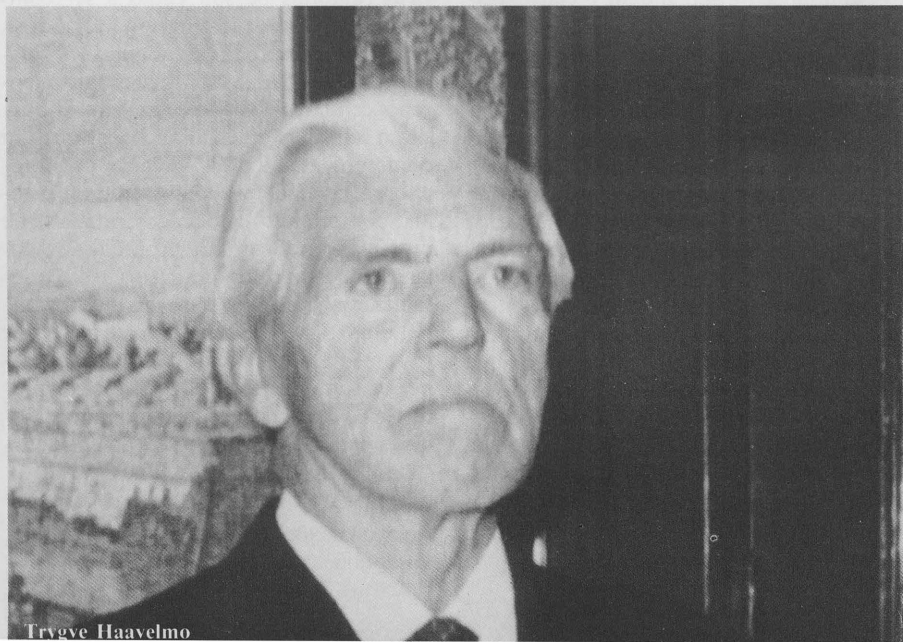
maneira ou de outra, já foram agraciados com o Prêmio Nobel, como Tjalling C. Koopmans, Gerard Debreu, Kenneth J. Arrow, Lawrence R. Klein, Franco Modigliani, Herbert A. Simon e James Tobin.

No parágrafo final de sua contribuição científica mais importante, Haavelmo menciona o fato de que em outras ciências quantitativas a descoberta de 'leis' se tornara uma atividade bastante complexa, envolvendo laboratórios sofisticados e um grande número de cientistas voltados para a elaboração de fórmulas e planos experimentais a serem testados. E deixou então em aberto a seguinte questão: "Devemos esperar menos da pesquisa econômica, se os seus resultados são a base da política econômica da qual dependem bilhões de dólares da renda nacional, e o bem-estar econômico de milhões de pessoas?"

Embora a resposta a essa pergunta seja óbvia, nem sempre a pesquisa econômica tem seguido o caminho das pesquisas em outras áreas científicas. Assim tem ocorrido com certa frequência na América Latina, onde hipóteses econômicas, antes de passarem pelo rigoroso crivo dos testes estatísticos, com a utilização dos métodos econométricos, têm saído diretamente da cabeça dos seus formuladores para a execução, com resultados desastrosos. Seguem-se, então, tentativas de ludibriar a opinião pública, colocando a culpa do fracasso nos políticos, quando ela se deve única e exclusivamente a uma meia dúzia de economistas, que propuseram medidas baseadas em hipóteses que não estavam comprovadas cientificamente.

No Brasil, o Plano Cruzado é um exemplo típico de um experimento em que uma hipótese — a da inflação puramente inercial — foi rejeitada na prática, com um custo social de bilhões de dólares para a economia brasileira, e acarretando a frustração e o sacrifício de milhões de pessoas. A metodologia proposta por Haavelmo, além de ser infinitamente mais barata, estabelece um padrão científico que deve guiar as decisões de qualquer comunidade acadêmica quanto à aceitação, ou à rejeição, das hipóteses da teoria econômica.

Fernando de Holanda Barbosa
Fundação Getúlio Vargas



fotos AP-Agência JB

Trygve Haavelmo

ARNs catalíticos e origem da vida

A descoberta de que as moléculas de ARN (ácido ribonucleico) podem atuar como catalisadores biológicos, isto é, como enzimas, valeu o prêmio Nobel de Química a Thomas Cech, da Universidade do Colorado, e a Sidney Altman, da Universidade de Yale, ambas nos Estados Unidos. Com suas pesquisas, eles derrubaram o dogma segundo o qual a informação biológica que fica armazenada nas seqüências de nucleotídeos do ADN (ácido desoxirribonucleico) só se atualiza por meio das proteínas que, sintetizadas na célula a partir da informação codificada no ADN, representariam elementos fundamentais da estrutura celular e constituiriam, como proteínas enzimáticas, os catalisadores biológicos que garantem a eficiência e a enorme especificidade das reações celulares. O conhecimento vigente até o início da década de 1970 reservava ao ARN, fundamentalmente, o papel de elemento de ligação entre o código inscrito nas moléculas de ADN e sua forma viva, representada pelas enzimas que executavam as tarefas necessárias à vida.

Poderíamos iniciar esse relato a partir da época em que Sidney Altman foi fazer um estágio de pós-doutoramento no laboratório de Fred Sanger (já então detentor do prêmio Nobel por seus trabalhos sobre a estrutura das proteínas). Segundo narrativa de Tetsuo Yamane, um brasileiro que é pesquisador no Bell Laboratories (EUA) e que estava nessa época no laboratório de Sanger, na Inglaterra, Altman decidiu purificar os precursores das moléculas dos ARNs de transferência (tARNs) da bactéria *Escherichia coli*, para estudar como estes tARNs se formavam a partir de moléculas maiores. Com essa finalidade, desenvolveu um método apropriado para isolar as moléculas imaturas dos tARNs e voltou aos EUA, onde, em Yale, finalmente purificou uma enzima, a ARNase P, que cumpria uma etapa importante no processamento dos tARNs.

Os estudos com esta enzima foram sendo refinados e em 1978 Altman e seus colaboradores anunciaram que ela, quando altamente purificada, perdia a atividade não só quando tratada com enzimas que destróem proteínas (proteases), mas também quando tratada com nucleases que

destróem ARN, sugerindo assim que a enzima ativa era constituída por uma molécula de proteína e uma molécula de ARN. Outros pesquisadores confirmaram o achado e a descoberta não chegou ainda a abalar as concepções clássicas, pois sabia-se que a associação entre ARN e proteínas podia ser importante em atividades enzimáticas, como acontecia com as reações catalisadas pelos ribossomos (partículas constituídas de proteínas e ARNs) durante a síntese das proteínas da célula. Acreditava-se, então, que a atividade catalítica dependia da proteína e que, no caso da ARNase P, o ARN tinha o papel de orientar a enzima para a região correta sobre a qual agir.

Nesse meio tempo, descobriu-se em 1977 a existência dos introns, regiões internas a muitos genes e não representadas no ARN mensageiro que vai codificar para as proteínas respectivas. Essas seqüências têm que ser eliminadas do ARN recém-transcrito com a ligação precisa das regiões flanqueadoras em um tipo de processamento denominado *splicing*.

Enquanto isso, Thomas Cech estudava a remoção do intron existente no gene ribossomal do protozoário *Tetrahymena*. Sua surpresa deve ter sido enorme quando constatou que esta reação podia ocorrer com o ARN ainda imaturo (isto é, aquele que contém o intron), na ausência de proteínas, desde que houvesse nada mais do que uma pequena molécula orgânica contendo a base nitrogenada guanina e o íon magnésio. O trabalho inicial apareceu em 1981, comprovando que o ARN ribossomal do protozoário era capaz de agir autocataliticamente, removendo com precisão uma porção interna de si mesmo e ligando, ao mesmo tempo, as extremidades adjacentes. Desde então Cech e seus colaboradores exploraram com muita determinação as demais características dessa reação. Foi em função dessa pesquisa que foi criado o termo ribozima.

Certamente inspirado pelos estudos de Cech, o grupo de Altman demonstrou em 1983 que o ARN que faz parte da ARNase P é capaz de catalisar sozinho o processamento de um tARN, desde que em presença de alta concentração de magnésio, ou de magnésio mais a amina espermidina. Es-



Thomas Cech

tas descobertas deram também grande impulso a diversas especulações sobre o papel do ARN na evolução da química da vida em seus primórdios. A descoberta de Jack Szostak, sobre a capacidade enzimático-replicativa de uma ribozima modificada artificialmente, veio acentuar a importância dos achados de Thomas Cech que, aos 41 anos de idade, tornou-se um dos mais jovens cientistas a receberem o prêmio Nobel.

Francisco G. da Nóbrega

Departamento de Biologia,
Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo

BIOLOGIA MOLECULAR

O ARN QUE IMITA AS ENZIMAS

Segundo um dos paradigmas da biologia molecular, as enzimas são os catalisadores específicos para as milhares de reações intracelulares responsáveis pela manutenção da vida. Definidas classicamente como macromoléculas da classe das proteínas, elas são constituídas por centenas ou milhares de unidades básicas (os aminoácidos), ligadas entre si em números e seqüências diferentes.

Essa espécie de 'colar de contas' assume uma estrutura tridimensional característica que resulta na 'montagem', na superfície da molécula, de uma região especial, chamada de sítio catalítico, que tem a capacidade de se ligar especificamente às substâncias sobre as quais a enzima age. Em decorrência da intervenção desses catalisadores biológicos extremamente eficientes e seletivos, reações que levariam anos para ocorrer completam-se em segundos.

O dogma da catálise enzimática ficou no entanto abalado a partir de 1981, quando Thomas Cech — ganhador do Prêmio Nobel de Química deste ano (ver 'Nobel de Química', nesta edição) — e seus colaboradores, na Universidade de Colorado, nos EUA, demonstraram que determinada molécula de ácido ribonucleico (ARN) podia funcionar como catalisador.

No caso estudado, um ARN do protozoário *Tetrahymena* — que contém um íntron, isto é, uma região que deve ser removida para que o ARN se torne utilizável pela célula — mostrou-se capaz de catalisar uma reação extremamente específica (figura 1) que resulta na remoção do íntron e na ligação das extremidades do ARN (os éxons) entre si. Isso ocorria na ausência de qualquer proteína, em solução com magnésio, do ARN purificado (contendo o íntron) e de trifosfato de guanosina (GTP).

A descoberta despertou enorme interesse entre os biólogos moleculares e, em pouco tempo, descobriram-se outras moléculas de ARN capazes de catalisar a chamada auto-excisão seguida de ligação ('*auto-splicing*'). A maioria desses ARNs catalíticos foi encontrada em transcritos derivados do ácido desoxirribonucleico (ADN) de organelas como mitocôndrias da levedura ou da alga *Neurospora*.

Em 1982, Michel e colaboradores foram adiante, sugerindo que, à semelhança do que ocorre com as proteínas enzimáticas, a estrutura tridimensional desses ARNs é essencial para a catálise. Posteriormente, isto pôde ser confirmado por vários grupos de pesquisadores no exterior e também por nós, no Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Observava-se, no entanto, uma diferença considerável entre o ARN-enzima (já batizado de 'ribozima') e as enzimas clássicas: o sítio ativo ou catalítico desse ARN agia sobre si próprio e não sobre uma molécula externa. Disto resultava que a ribozima saía modificada após a catálise, ao

passo que as enzimas clássicas permanecem inalteradas. Naquele ano, porém, um experimento surpreendente indicou que é possível que uma ribozima atue à semelhança das proteínas enzimáticas. Jennifer Doudna e Jack Szostak*, do Hospital Geral de Massachusetts, em Boston, nos EUA, modificaram, com técnicas de engenharia genética, o ARN autocatalítico de *Tetrahymena*, removendo dele uma região específica, e depois produziram em laboratório o novo ARN sintético. Este foi capaz de copiar uma molécula de ARN preexistente, produzindo uma molécula complementar (figura 2). Como unidades básicas, utilizaram nucleotídeos pequenos do tipo GpN₆₋₁₀ (onde G corresponde à base nitrogenada guanina e N designa qualquer base: guanina, adenina, citosina ou uracila).

Demonstrou-se, assim, que um ARN pode ser capaz de catalisar sua própria replicação! As conseqüências para as teorias sobre a origem da vida são formidáveis: muitos passaram a admitir que o ARN poderia ter acumulado, durante a emergência e

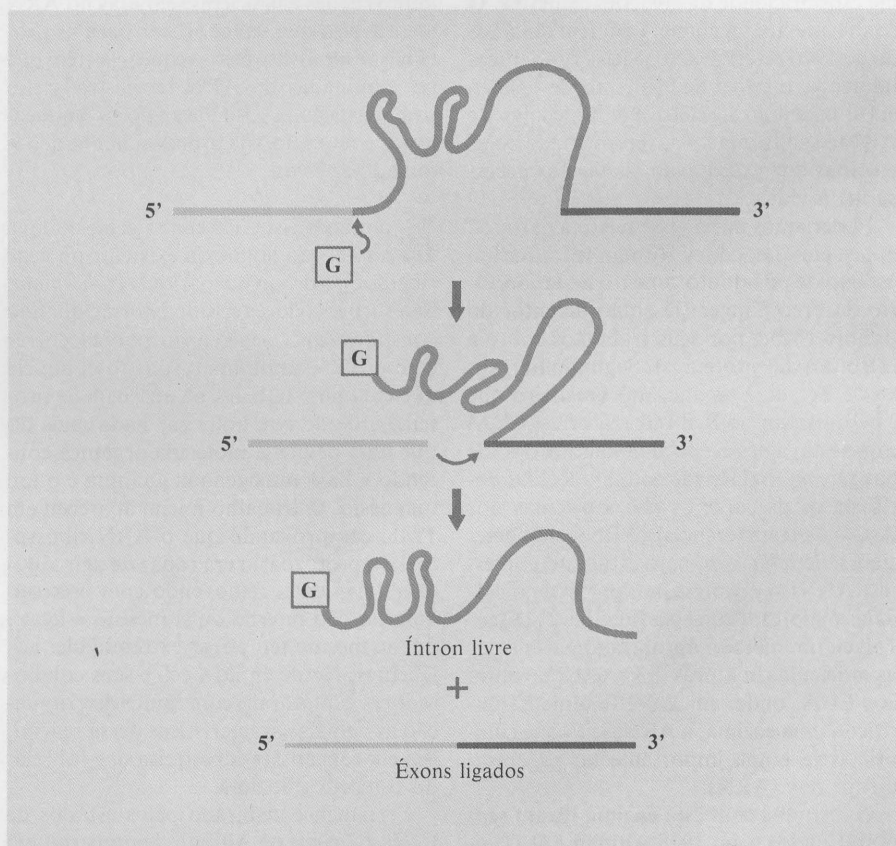
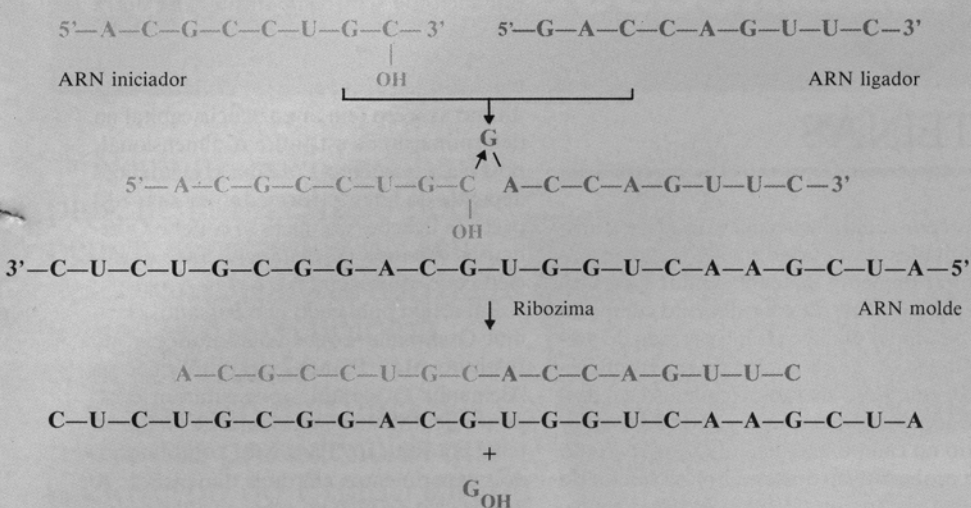


Fig. 1. Representação esquemática da ligação e da auto-excisão do íntron de *Tetrahymena*: G representa uma molécula de guanosina que ataca quimicamente, por meio de um de seus grupos OH, a junção éxon-íntron (à esquerda), rompendo-se e ficando ligada à extremidade do íntron; em seguida, também por meio do grupo OH, a ribozima ataca a extremidade livre do éxon (à esquerda) e a junção íntron-éxon (à direita), o que resulta na liberação do íntron e na ligação dos dois éxons.



o aperfeiçoamento das formas de vida, as funções de molécula informacional e de catalisador biológico. Assim, à pergunta sobre quem teria aparecido primeiro, a informação ou a função, pode-se responder: possivelmente apareceram ao mesmo tempo, numa molécula de ARN.

Com a evolução dos mecanismos biológicos teria havido crescente especialização e o papel de molécula informacional por excelência teria sido assumido pelo ADN, passando as proteínas a desempenhar o papel de principais catalisadores das reações necessárias à vida. Ainda assim, é provável que mesmo nos seres vivos contemporâneos persistam outros exemplos da ação catalisadora exercida por certos ARNs.

* *Nature*, vol. 339, pp. 519-522, 1989

Francisco G. Nóbrega

Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo

Claudio Antonio Bonjardim

Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Minas Gerais

Fig. 2. Representação esquemática da reação de ligação que permite considerar a ribozima criada por Doudna e Szostak como uma enzima polimerase primitiva. Os ARNs iniciador e ligador devem ser complementares a regiões adjacentes do ARN molde. O ARN ligador tem sempre em sua extremidade 5' um resíduo de guanosina (G) que não faz pareamento com a sequência do molde. Sobre um longo ARN molde já se conseguiu unir ao ARN iniciador e entre si quatro segmentos ligadores consecutivos, copiando-se um molde de 42 nucleotídeos.

COPPE



COPPE/UFRJ
COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE
PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

1988 — A COPPE completa 25 anos de atividades de ensino e pesquisa em engenharia, com 3.000 mestres e doutores formados.

1989 — Nos próximos 25 anos, a COPPE continuará acreditando firmemente na capacidade da pesquisa brasileira.

ANOS

QUÍMICA

A RMN E AS PROTEÍNAS

As proteínas — em especial as enzimas, que atuam como catalisadores biológicos — são moléculas responsáveis por inúmeros processos bioquímicos, muitos deles empregados também na indústria. As técnicas utilizadas para investigar a estrutura e a função dessas macromoléculas ganharam recentemente enorme impulso. Processos de síntese química ou biológica põem hoje à nossa disposição um número de proteínas inimaginável há poucos anos. Simultaneamente, métodos que permitem caracterizar sua estrutura tridimensional, particularmente a difração de raios X e a ressonância magnética nuclear (RMN), atingiram alto grau de aperfeiçoamento.

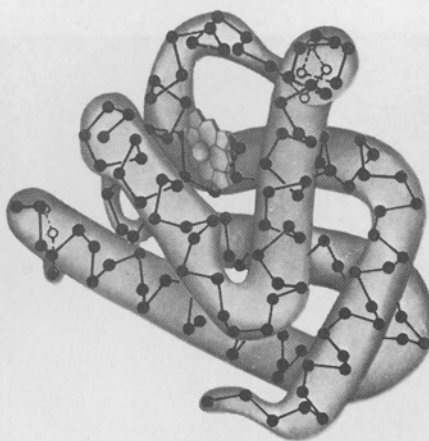
Informações sobre a estrutura de uma proteína são essenciais para melhor se conhecer seu papel em processos biológicos, porque estes são fortemente influenciados pela especificidade geométrica e a força das interações entre os sítios ativos dessas moléculas e das outras com que interagem. Assim, conhecer a estrutura da molécula com que uma proteína se ligará, ou da região desta última onde ocorre a ligação, é indispensável para o controle da função biológica que desejamos pesquisar ou promover.

A difração de raios X, técnica amplamente empregada em análise estrutural (ver 'A anatomia molecular da ocitocina', em *Ciência Hoje* n° 37), vem sendo aplicada ao estudo de proteínas há quase 30 anos. Seu uso esbarra, no entanto, em duas graves limitações: ela não permite precisar a posição dos átomos de hidrogênio e só pode ser usada em amostras que formam cristais de boa qualidade.

Como os átomos de hidrogênio podem ter grande importância nas reações catalisadas por enzimas e os processos bioquímicos ocorrem em solução aquosa, e não no estado sólido, cada vez mais se tende a complementar os métodos de raios X com os da RMN na determinação da estrutura de proteínas. Há inclusive casos em que não é possível obter material cristalino e a análise estrutural só pode ser feita por RMN.

As técnicas de RMN requerem em geral aparelhagem de altíssima resolução (campos magnéticos fornecidos por ímãs-supercondutores), capaz de realizar experimen-

tos com radiofrequência pulsada e transformadas de Fourier em duas dimensões (um tratamento matemático dos dados espectroscópicos). O procedimento comporta as seguintes etapas: (1) um período de preparação em que o núcleo de um átomo recebe um pulso de radiofrequência e é deslocado de sua posição de energia de equilíbrio no campo magnético; (2) um período de evolução, em que está livre do efeito do pulso e sofre um processo de decaimento, retornando à posição de equilíbrio; (3) por fim, um período de detecção, em que o sinal é captado, sofrendo posteriormente a transformação de Fourier, após a qual se obtém um gráfico ou 'espectro' característico, a ser interpretado.



Usando períodos de evolução (2) de diferentes durações, obtém-se um segundo tempo característico (o primeiro é relativo ao processo de decaimento), que pode também ser transformado em frequência. Os espectros em duas dimensões resultam da variação periódica de certas propriedades atômicas no fim do período de evolução.

Parâmetros espectrais como deslocamentos químicos, acoplamentos entre núcleos atômicos e efeitos Overhauser (aumento de intensidade de absorção com a irradiação de núcleos próximos) de núcleos que têm propriedades magnéticas podem ser lançados numa outra dimensão do espectro. O resultado é que sinais que caem na mesma posição e aparecem como picos sobrepos-

tos numa dimensão podem ser distinguidos, por meio de seus componentes, na outra dimensão. A segunda dimensão permite também correlacionar parâmetros espectrais de núcleos magnéticos distintos. Este último aspecto tem importância capital na determinação da estrutura tridimensional, pois o acoplamento entre núcleos atômicos depende do ângulo formado por suas respectivas ligações químicas, e o efeito Overhauser depende da distância entre os núcleos que interagem.

Em artigo publicado ano passado, Hartmut Oschkinat e seus colaboradores, do Instituto Max Planck, em Munique, na Alemanha Ocidental, apresentaram o espectro de RMN tridimensional de uma proteína em solução. Para isso, combinaram dois experimentos em duas dimensões. A localização do pico no espaço tridimensional é fornecida pelos deslocamentos químicos de três núcleos atômicos de interesse, e a informação contida do pico dependerá da natureza do experimento (poderá refletir o acoplamento entre dois picos e o efeito Overhauser entre um deles e o terceiro, por exemplo). O experimento, embora conceitualmente simples, padece de limitações práticas. Registrar um espectro em três dimensões seria inviável: se considerarmos que é necessário um segundo para varrer a faixa de frequências normalmente coberta, a obtenção do espectro completo exigiria 46 dias! O problema pode ser em parte eliminado registrando-se apenas a região de interesse e utilizando-se pulsações semi-seletivas para obter um subvolume de espectro.

A técnica de RMN em três dimensões foi aplicada à análise de uma solução aquosa de α -1-purotina. Um subespectro da região dos prótons próximos da ligação amida (uma ligação nitrogenada das proteínas) foi registrado num espectrômetro. Isso permitiu separar e identificar, sobre os hidrogênios ligados ao carbono, efeitos atribuídos a átomos de hidrogênio situados ao lado daqueles ligados ao nitrogênio. Picos resultantes de interações entre aminoácidos distantes na cadeia mas próximos no espaço puderam assim ser localizados, o que não seria possível com o RMN de duas dimensões. Este é apenas um exemplo da utilização de RMN de três dimensões na análise da estrutura de proteínas em solução.

* *Nature*, vol. 332, pp. 374-376, 1988.

Peter Rudolf Seidl
Seção de Química.
Instituto Militar de Engenharia



VOCÊ SÓ TEM UMA VIDA.

CUIDE BEM DELA.

USE CINTO DE SEGURANÇA.

O uso de cinto de segurança agora é obrigatório por lei: pela lei do bom senso. Ele tem reduzido dramaticamente os riscos de mortes e ferimentos graves nas estradas e nas cidades. Mostre que você é um bom motorista muito antes de ligar seu veículo: use o cinto para sua segurança.



Floresta amazônica contínua, no estado de Rondônia, um dos mais atingidos pelas queimadas durante o ano passado.

UM DESAFIO PARA O FUTURO



foto Sônia Rigueira

foto Foca Lisboa (Centro Audiovisual / UFMG)



KENTON MILLER

O futuro da Amazônia não é mais uma questão que se restringe a um reduzido círculo de conservacionistas e especialistas em problemas ambientais. Hoje o mundo inteiro está preocupado com os destinos da região, pois, embora reúna o maior estoque de espécies animais e vegetais do planeta, vai sendo gradativa e indiscriminadamente destruída. Já não se ad-

mite mais a ação corrosiva de moto-serras nos troncos de suas árvores nem os incêndios criminosos que engolem anualmente fatias expressivas de suas florestas. Com o assassinato em dezembro de 1988 do seringueiro e sindicalista Chico Mendes, o mundo tomou conhecimento de uma outra espécie de violência que se pratica contra a Amazônia: a eliminação sumária daqueles que se dis-

põem a defendê-la. “O futuro da floresta Amazônica é tão preocupante quanto a ameaça de um desastre nuclear”, compara o cientista norte-americano Kenton Miller, coordenador de um programa global de conservação de biodiversidade — denominado ‘Uma Oferta para o Futuro’ —, cujo lançamento está previsto para o princípio da próxima década. Aos 49 anos, Miller acumula uma experiência que o capacita a dirigir um projeto de tal magnitude: foi professor de manejo de áreas silvestres da Universidade de Michigan, trabalhou em projetos de treinamento de pessoal e manejo de áreas silvestres da Organização de Agricultura e Alimentos (FAO-ONU), na América Latina, dirigiu a União Internacional para Conservação da Natureza (UICN), na Suíça, e atualmente preside o programa ‘Florestas e Biodiversidade’, do Instituto de Recursos Mundiais (IRM), sediado em Washington. Nesta entrevista, concedida durante o ‘I Simpósio sobre Conservação de Biodiversidade no Brasil’, realizado na Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, Kenton Miller anuncia as metas e as prioridades do plano global e analisa as condições de conservação dos recursos bióticos nos diversos países. Às acusações de que o socorro à Amazônia encobriria interesses internacionais escusos, Miller rebate: “Por mais que eu tenha andado pelo mundo, jamais ouvi qualquer menção a essa palavra.” Segundo ele, o projeto que dirige nada tem a ver com questões relacionadas à soberania. ►

Entrevista concedida a Gustavo A. B. da Fonseca (Instituto de Ciências Biológicas da UFMG) e Marise Muniz (*Ciência Hoje*)

— *Como surgiu seu interesse pela conservação da biodiversidade?*

— Eu me interessei pelo assunto desde muito jovem. Quando estava na universidade, procurava sempre trabalho em parques nacionais durante as férias de verão. Como estivesse interessado em colaborar para a criação de reservas biológicas e áreas protegidas, dedicava-me com afinco aos estudos relacionados à conservação da biodiversidade.

— *Por que o mundo hoje está tão preocupado com a conservação da biodiversidade? Qual a diferença entre esse conceito e o que se usava anteriormente, de preservação da natureza?*

— Trabalhos em prol da conservação da natureza vêm sendo feitos há muito tempo. A diferença é que agora vivemos um momento de grandes mudanças a nível global: alterações climáticas, aumento da poluição, contaminação de águas subterrâneas, das águas do mar, perda de solos, de florestas. Estamos portanto conscientes da necessidade de mudar o enfoque desses trabalhos. Se anteriormente falávamos em cem ou 200 espécies em vias de extinção, agora temos uma perspectiva diferente: temos consciência de que sequer sabemos, com segurança, qual o número real de espécies existentes no planeta. A proporção entre espécies conhecidas e desconhecidas é de um para cinco ou um para dez. Sabemos que é preciso trabalhar em torno de certas espécies em via de extinção, mas isso não é suficiente. Temos que tratar de milhões de espécies ao mesmo tempo, e a maioria delas não conhecemos. É preciso então mudar a metodologia, a estratégia e o ritmo do trabalho. Não podemos trabalhar com uma espécie ou uma área apenas. Temos que atuar em regiões inteiras, com probabilidade de conter grande variedade de espécies. Esse é o primeiro princípio da nova metodologia.

Devemos pensar em áreas suficientemente grandes para conter populações de numerosas espécies, capazes de sobreviver por

longo tempo quando estiverem cercadas por culturas como o arroz e a soja. Também falamos em biodiversidade e não em natureza — um conceito a meu ver muito genérico — porque queremos enfatizar não apenas a espécie mas todos os membros do grupo, que não são todos iguais. A variabilidade genética é muito importante: as diferentes variedades é que dão potência e força a espécies como o trigo, o milho e a soja, por exemplo. Não falamos apenas do trigo, mas da variedade do trigo. Como salvar então essa variedade? Em alguns casos, isso se faz em laboratórios, por meio de técnicas *in vitro*, como as sementes do arroz, que têm 50 mil variedades acondicionadas em geladeiras. Ou então temos que conservar essas variedades na floresta, em sua forma viva, em constante evolução. Não podemos trazer todas as variedades para o jardim zoológico ou o jardim botânico.

Nós que lidamos com biodiversidade entendemos que agora o trabalho é também social e não apenas biológico. Ao requisitar áreas extensas e providas de numerosas espécies e ao nos referirmos a recursos alimentares, farmacêuticos, estamos obviamente trabalhando para o desenvolvimento. Já não se fala em conservação ou desenvolvimento. Isso acabou. Há um só conceito integral: é preciso trabalhar pelas pessoas e pela natureza simultaneamente. O maior desafio é fazer com que dessas reservas, desses núcleos, surjam benefícios — na forma de novos produtos — que possam estar à disposição do homem. As pessoas precisam perceber que os recursos existem e lhes pertencem. O estilo de manejo que propomos não é anti-homem, é pró-homem.

— *Qual a estimativa sobre o número de espécies existentes no planeta?*

— Há aproximadamente um milhão e 700 mil espécies classificadas pela ciência. Mas há quem afirme existirem na Terra cerca de cinco milhões. O resultado de estudos feitos em florestas tropicais, no nível de sua copa, aponta um número enorme de espécies, a grande maioria do grupo dos insetos. Isso permite a projeção de um número real muito maior. Há um grupo de estudiosos que calcula existirem cerca de 30 milhões de espécies no planeta.

— *O senhor está coordenando um projeto global de conservação da diversidade biológica. Seu envolvimento com esse projeto é pessoal ou está ligado à instituição em que trabalha?*

— O fato de eu estar coordenando esse projeto deve-se sobretudo aos trabalhos que desenvolvi anteriormente. Estava consciente de que já era hora de trabalhar mais efetivamente em prol da biodiversidade. Mas precisava de um período para ler, refletir e consultar pessoas, de forma sistemática, acerca de ações a serem conduzidas em diferentes regiões do mundo. Há centenas de iniciativas propostas por instituições nacionais e internacionais envolvidas no projeto. Há naturalmente perigo de um elenco tão grande assim de iniciativas provocar certa confusão de idéias; isso, não há dúvida, prejudicaria uma visão de conjunto. Mas temos nos precavido quanto a esse perigo. Para se ter uma visão coletiva adequada do problema, é preciso levar em conta os grupos locais — não se pode trabalhar só em nível internacional — e os nacionais, que, por sua vez, querem ter uma visão mais ampla do que está sendo feito em outras regiões do mundo. Esses grupos desejam fazer parte de um movimento maior; querem sentir que o que fazem é importante e se orienta para uma direção comum. Com essa estratégia, pretendemos dinamizar as ações em conservação durante a próxima década e captar recursos para sua execução.



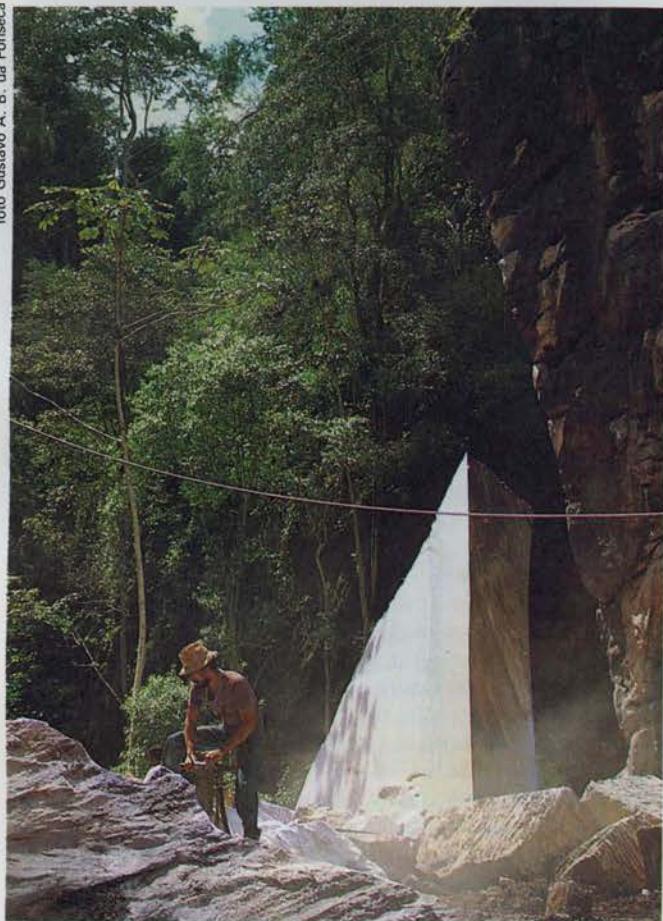
foto Russell Mittermeier

Parque Estadual Floresta do Rio Doce, um dos últimos remanescentes de mata atlântica em Minas Gerais.

— Entre as diretrizes básicas do plano global, como são distinguidas as peculiaridades regionais? Existe um documento de estratégia global de conservação que trata desses vários assuntos. O que mudou nessas diretrizes de lá para cá?

— Em 1980 a UICN, a WWF [Fundo Mundial para a Vida Silvestre] e o PNUMA [Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente] elaboraram um documento denominado 'Estratégia Mundial para a Conservação', o primeiro a explicitar a necessidade de se conservar a matéria genética, as espécies, os ecossistemas e os processos ecológicos. Com o apoio dessas instituições, que estão associadas a nós nesse empreendimento, propomos agora um aprofundamento desse ponto de vista. Em 1980 havia a proposta de se atuar seriamente nessa área. Hoje, após a realização de inúmeros trabalhos de campo, acumulamos uma quantidade significativa de novos dados científicos. Há uma visão diferente no mundo. Temos por exemplo o relatório da Comissão Brundtland, criada em 1983 pelas Nações Unidas com a finalidade de elaborar um programa de estratégias visando ao desenvolvimento auto-sustentável da Terra até o ano 2000. Em seu relatório a comissão propõe que os governos dêem à conservação da biodiversidade o mesmo tratamento dispensado ao desenvolvimento econômico. Acharmos correto esse ponto de vista e vamos levá-lo adiante.

foto Gustavo A. B. da Fonseca



Mineração de mármore num dos últimos refúgios do mico-leão-de-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), espécie endêmica do sul da Bahia, ameaçada de extinção.



foto Russell Mittermeier

Área devastada para plantio de cana-de-açúcar no sul da Bahia.

Nosso objetivo é elaborar uma ciência nova, levando em consideração a estratégia mundial para a conservação da natureza. Para isso é preciso que nosso trabalho seja mais profundo, mais detalhado. Temos que mostrar 'como' deve ser feito e não apenas 'o quê' deve ser feito. É mais útil, mais instrutivo, para as pessoas que têm de atuar na área. É propósito nosso criar um marco de orientação que instrumentalize futuros especialistas em conservação, técnicos, as pessoas de modo geral.

Não quero chorar sobre o que se acabou. Ao contrário, quero ser otimista, buscando sempre enfatizar exemplos positivos, mostrar que um determinado país está desenvolvendo certas atividades e que elas estão funcionando. Um bom exemplo disso são as reservas extrativistas da Amazônia, em que se busca explorar os recursos da floresta de forma auto-sustentável, isto é, sem comprometer a sobrevivência das espécies desses ecossistemas. Trata-se de uma coisa nova, que certamente poderá ser adotada com sucesso em outras regiões.

Fazem parte também de nossos projetos definir áreas a serem preservadas e executar o plano de manejo daquelas que vão envolver ações de âmbito internacional. Para executar o plano de áreas verdes preservadas, precisamos de pessoal capacitado para manejá-las. Àqueles que já estão envolvidos com esse trabalho devemos ministrarmos cursos de reciclagem, de modo a informá-los sobre as novas descobertas científicas na área. Seria aliás desejável que as universidades se encaregassem desses cursos, possibilitando que, a cada três ou quatro anos, as pessoas envolvidas com manejo e conservação tomassem conhecimento das novas dimensões políticas e científicas do problema. Se temos no país uma política agrária, uma política energética, canavieira etc., é razoável reivindicar também uma política de biodiversidade.

— Mas como essas políticas seriam compatibilizadas nos países subdesenvolvidos?

— Sabemos que esta é uma questão delicada e que uma política de biodiversidade poderá se chocar com as demais. Mas não podemos ter tudo de uma só vez. Teremos que fazer acordos, ►

trocas. Muitas instituições envolvidas com a problemática ambiental encontram-se defasadas em relação aos objetivos atuais. cremos no entanto que esse quadro irá se reverter. A recente criação no Brasil do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) é um sinal de que já se começa a pensar na necessidade de novas formas de administração — criação de áreas protegidas, capacitação política, legislação, educação, entre outras —, como enfatiza a nova Constituição brasileira. Sobre finanças há um estudo que deverá estar concluído ainda este ano, o 'Programa Internacional de Financiamento de Conservação', elaborado pelas Nações Unidas, pela OEA, pelo IRM e por diversas fundações, analisando novos mecanismos para o financiamento da conservação.



Caça do macaco-prego (*Cebus apella*) para subsistência e macaco-aranha (*Ateles sp*) preparado para consumo.

— Há recursos financeiros para a execução do plano?
— Asseguram-me que sim. O Banco Mundial e o Banco Interamericano para o Desenvolvimento afirmam que querem colaborar. Na maioria dos países, entretanto, faltam instituições que saibam solicitar e manejar adequadamente esses recursos. Mas, é bom frisar, o dinheiro sozinho não irá corrigir todos os problemas que enfrentamos. Parques sem estrutura não funcionam, assim como não funciona o trabalho de pessoal desqualificado ou treinado isoladamente. Precisamos atacar conjuntamente todos esses problemas. Acho que às vezes superdimensionamos a questão financeira. Por isso queremos estudar bem nosso projeto antes de lançá-lo em nível mundial. Para que ele tenha êxito, é preciso que haja uma participação expressiva de entidades e autoridades políticas de todos os continentes em seu lançamen-



foto Andy Young

Orangotango (*Pongo pygmaeus*), animal ameaçado de extinção, só encontrado nas ilhas de Sumatra e Bornéu (Ásia). Sua captura para exposição em circos e zoológicos tem contribuído para aumentar o risco de extinção da espécie.

to. Na agenda dos chefes de governo, o lançamento do projeto deverá ter a mesma importância que outros assuntos nacionais. Se não for assim, não teremos sucesso.

Precisamos impulsionar um programa de trabalho para um período de dez anos. Os agentes financiadores me asseguram que, nos próximos cinco anos, conseguiremos captar até um bilhão de dólares anuais para conservação, aqui definida de modo amplo, incluindo biodiversidade. Teremos dois anos para pensar. E não é muito tempo. São dois anos apenas para decidir como e onde iremos alocar tanto dinheiro. Sabemos que é importante definir bem a direção, porque qualquer que for o montante de recursos ainda será pouco. E outra coisa: não teremos nesse empreendimento uma segunda oportunidade. Uma vez detonado o processo, não há como voltar. Por isso é preciso que, na 'largada', nós estejamos muito seguros do que vamos fazer, de que estaremos atuando da forma mais inteligente possível. Daí por que é preciso inicialmente pensar de forma bem ampla, para, em seguida, orientar o trabalho, a ação.

— Como ficará definida, formalmente, a estrutura de decisões? Como os diversos países vão participar do programa?

— Teremos seis documentos básicos, a serem elaborados por grupos que se vão reunir e trabalhar em torno de três grandes temas: estratégia global para conservação da diversidade biológica, plano de emergência para áreas protegidas e lançamento do programa de ações da década internacional da diversidade biológica, em que se fará um esforço mundial no sentido de pôr em prática o que está previsto na estratégia global. Esses documentos serão discutidos e aperfeiçoados em conferências regionais, com a participação de cientistas, do governo e da indústria.

Após esses encontros regionais, será elaborada a estratégia global, em que deverão estar incluídos planos regionais preparados a partir da ação de grupos e instituições desses países. Assim, os grupos de trabalho de cada país deverão definir o que deve ser feito, com base nas necessidades que considerarem prioritá-

rias. É preciso então ver se há instituições adequadas para implementar as metas propostas e se elas têm uma política nacional apropriada. A programação, portanto, deverá ser nacional. Pretendemos nesse primeiro ano saber que países poderão dar apoio, participar das reuniões e trabalhar, de modo a definir um programa internacional com as posições desses países. E trataremos de dar o apoio necessário — seja técnico ou financeiro — àqueles países que tiverem dificuldades para preparar seus planos. Temos que definir ainda a instituição que irá coordenar o programa internacionalmente. Ainda não se sabe se será o PNUMA, a FAO ou a Unesco.

Além das duas fases anteriores — a de reuniões regionais e a que definirá a instituição responsável pela coordenação do programa —, deveremos preparar, de forma rápida, um plano de emergência dirigido a áreas protegidas, visando a fortalecer aquelas que requerem auxílio imediato. Acredito que haja no mundo cerca de 300 áreas nessas condições. Estamos informados de que há dinheiro disponível para se aplicar em casos de emergência. Para isso, será necessária uma equipe de técnicos para elaborar uma lista dessas áreas, que serão encaminhadas ao Banco Mundial, ao Banco Interamericano e às Nações Unidas. Fariamos uma espécie de ponte entre agentes financiadores e os países necessitados, para desenvolver trabalhos muito específicos. Algumas áreas podem aguardar estudos mais aprofundados, outras no entanto requerem uma ação imediata, como a mata atlântica brasileira, por exemplo, uma das áreas de maior riqueza e endemismo de espécies da região neotropical.

— *Esses recursos de emergência seriam considerados como empréstimos?*

— Nada disso viria na forma de empréstimos. Obviamente queremos evitar novas formas de dívida. Estamos buscando outros meios de cooperação que não entrem nesse terreno nem venham a competir com projetos de saúde, de educação. Não que um seja mais importante que o outro; o problema é que não há como resolver todos os conflitos e necessidades simultaneamente.

— *O governo brasileiro tem afirmado insistentemente que não aceita a internacionalização da Amazônia e no país já começam a surgir campanhas nacionalistas sob o slogan 'A Amazônia é Nossa'. Há algum grupo estrangeiro interessado em dividir a Amazônia com os brasileiros?*

— Por mais que tenha viajado pelo mundo, nunca ouvi falar de qualquer projeto de internacionalização da Amazônia. Nem creio que esse assunto esteja sendo discutido entre autoridades governamentais e grupos conservacionistas. Nunca ouvi sequer a menção dessa palavra. Na verdade, o que se propõe é muito simples. O que de fato acontece é que o mundo inteiro está preocupado com o futuro da Amazônia. É mais ou menos o mesmo que vemos acontecer em relação à questão nuclear. Todos temem a possibilidade de uma guerra nuclear! Recebemos esse sinal e o interpretamos como a emergência da consciência do cidadão. Não se fala em internacionalização da Amazônia, nunca se falou. O que existe é uma preocupação com o problema, que se manifesta em escala global. O mundo inteiro, pela voz da WWF, da UICN e de outros grupos, está preocupado em colaborar com ciência, saúde, educação, projetos de campo. E isso nada tem a ver com problemas relativos à soberania.

Como podemos esperar do governo brasileiro soluções a curto prazo, se há dez anos não se registra no país aumento real

da renda *per capita* e 30% da população economicamente ativa estão excluídos do mercado formal de trabalho? Há portanto uma preocupação com o dilema que o governo brasileiro enfrenta. Queremos apenas colaborar. Esse é o nosso espírito.

— *Do ponto de vista da diversidade biológica, quais são os países e ecossistemas mais ricos?*

— Eu diria que todos os países são importantes, porque todos possuem flora e fauna de grande valor para o homem e para o planeta, hoje e no futuro. Mas alguns países — com ecossistemas extensos e ricos, a exemplo da floresta tropical, dos manguezais, dos recifes de coral, das bacias superiores, como as dos rios Amazonas e Orenoco — possuem altíssimo número de espécies e variedades animais e vegetais. Se isso for levado em conta, obviamente não podemos deixar de falar do Brasil, Colômbia, Equador e Peru, os países mais ricos dos trópicos e do hemisfério ocidental. Na África, temos o Zaire, Camarões e a Tanzânia. Na Ásia, podemos citar a Indonésia, a Malásia, as Filipinas. Destacaria ainda o nordeste da Austrália, com seus recifes e florestas tropicais, e a Nova Caledônia [território francês localizado na Oceania].

Esta é uma lista muito curta, que poderia ser ampliada se enfocássemos outras dimensões. Mas, trabalhando com uma lista de 15 a 20 países, estamos falando de 70% de toda a matéria viva do planeta. Estamos falando de números, insisto. Os países do Ártico também têm importância fundamental. A pesca, por exemplo, entre o Alasca e a União Soviética é de importância capital. O oceano Ártico é um dos mais ricos do planeta. Qualquer manejo inadequado que se faça nele pode causar danos irreparáveis para a oferta da pesca no mundo.

— *Por que a maior diversidade biológica se concentra na floresta úmida tropical?*

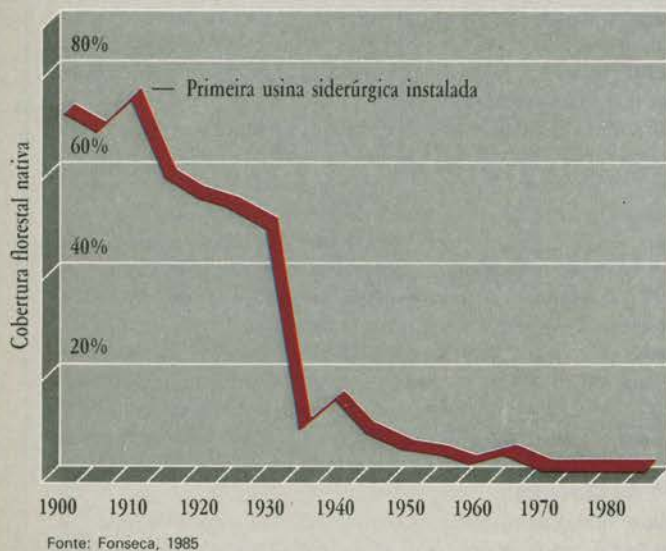
— Há versões mais seguras e outras que ainda estão sendo estudadas. Uma delas sugere que essa parte do mundo, em con- ➤

foto Gustavo A. B. da Fonseca



Espingarda lançadora de rede, empregada no manejo de herbívoros de médio e grande porte em parques nacionais norte-americanos.

REDUÇÃO DA ÁREA VERDE NA ZONA DA MATA



Perda de cobertura florestal na Zona da Mata (Floresta atlântica) em Minas Gerais, entre 1900 e 1983, provocada principalmente pela extração de carvão vegetal para alimentar a indústria siderúrgica. Os três aumentos observados devem-se a efeitos de amostragem ou regeneração de vegetação nativa.

traste com as regiões temperadas, permaneceu estável por um período muito longo. Coberto pelo gelo, o Norte perdeu muitas de suas espécies. Na verdade, empurrou muitas espécies para o Sul. O primeiro ponto, portanto, está relacionado à estabilidade climática e geológica. Além disso, os ambientes tropicais são estruturalmente mais complexos, dando oportunidade ao surgimento de novos nichos e espécies. A criação de novas espécies, por sua vez, possibilita o aparecimento de nichos adicionais. Como o ambiente é estável, as espécies podem aproveitar diferentes oportunidades. Há nos trópicos fatores sutis de natureza química — ausentes das zonas frias — que permitem a multiplicação de nichos. Pequenas variações de temperatura podem determinar nichos ecológicos de dimensões diferentes. É isso que explica a existência de tantos insetos na copa da floresta tropical.

— *Em matéria de programas de conservação de biodiversidade, o que distingue o Brasil de outros países tropicais?*

— Na Ásia, como a densidade populacional é muito alta e a agricultura foi sempre praticada de forma intensiva, as áreas naturais — com exceção de algumas localizadas em Bornéu e Sumatra — ficaram muito reduzidas. Talvez por isso alguns países, como por exemplo a Malásia, têm programas de conservação muito sofisticados: áreas protegidas, serviços nacionais, faculdades de biologia, de engenharia florestal. Mas naturalmente há problemas, pois o país necessita de áreas para o desenvolvimento agrícola e depende também do consumo de produtos florestais. A situação da Indonésia — onde o crescimento populacional é considerável — assemelha-se à do Brasil, no tocante a áreas protegidas, serviços públicos, formas de exploração da floresta. Lá, talvez mais do que aqui, é preocupante o problema das concessões para a exploração de madeira.

No Zaire e costa da África Ocidental, há áreas em bom estado de conservação, habitadas por populações que vivem de forma tribal. Embora o país tenha um bom serviço nacional de parques, a proteção dessas áreas é um desafio, pois abrigam animais como o elefante e o rinoceronte, que têm altíssimo valor no mercado negro. O contrabando e a caça ilegal são muito intensos, estabelecendo-se por vezes na região um clima de guerra: matam-se as pessoas para se obter marfim ou chifres de rinoceronte.

Cada país tem um panorama diferente, os contextos variam muito, possivelmente em razão da história colonial de cada um, que deixou no Zaire um aspecto belga, na Malásia um aspecto inglês. Mas, se por um lado o colonialismo trouxe desvantagens, por outro deixou benefícios, como a criação de parques nacionais bem estruturados. O Zaire tem uma estação biológica com quase 70 anos de existência que funciona muito bem, e na Malásia há uma tradição de investigação muito forte. Embora muitos países da região registrem avanços importantes na área, o interesse internacional pelo mercado de madeira e o crescimento demográfico tornam muito difícil a manutenção das florestas e parques nacionais.

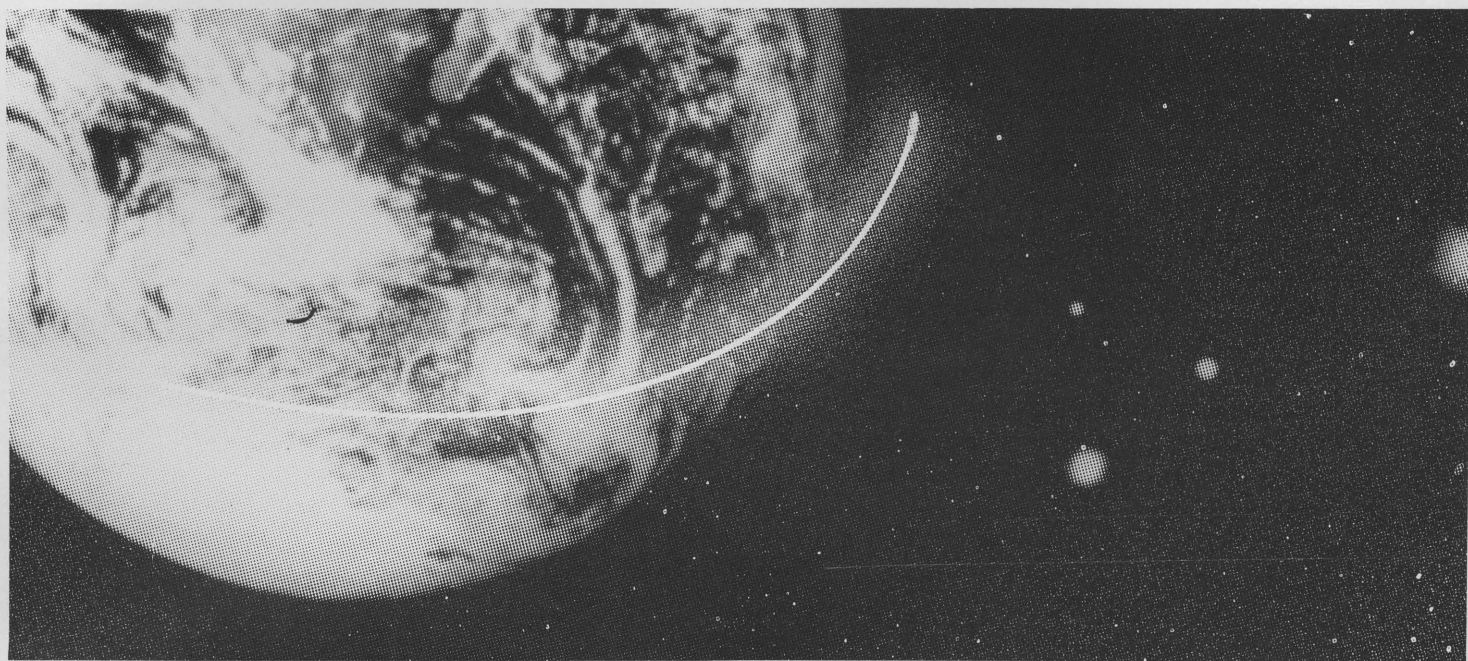
— *O fato de o Brasil ser um dos cinco países incluídos no conceito de megadiversidade e de ter aprovado no capítulo de meio ambiente de sua nova Constituição item relativo à conservação da diversidade genética não o credenciaria a sediar o encontro internacional que promoverá o lançamento do plano global de conservação da diversidade biológica?*

— A meu ver o Brasil tem plenas condições de sediar esse encontro, não só pela riqueza de seus ecossistemas, como também pelo espaço que o tema conquistou após a promulgação de sua nova carta constitucional. Aliás, o mundo todo espera que o Brasil venha a ter um papel de liderança no campo da conservação. Esperamos que o que está previsto no capítulo de meio ambiente da nova Constituição brasileira seja respeitado e que as demais nações façam o mesmo, pois muito ainda está por ser feito em todas as partes do mundo. Hoje nenhum país está livre de problemas ecológicos, razão pela qual todos devem se voltar para o combate desses problemas em vez de se limitarem a olhar aqueles que afetam o Brasil.

— *Poderíamos pensar num futuro otimista ou não há como fugir ao pessimismo generalizado de que a natureza está irremediavelmente condenada?*

— Sou otimista, caso contrário não estaria nesse trabalho. Mas não tenho dúvida de que, olhando a história do desenvolvimento das civilizações humanas, ainda perderemos muitas espécies, antes que a situação apresente sinais de melhora. Daqui a 20 anos provavelmente estaremos falando em 'restauração'. Os rios, por exemplo, deverão estar numa desordem tal, que deverá haver cientistas preocupados com a reconstrução de bacias hidrográficas. O colapso da agricultura e a consequente escassez de alimentos farão com que seja necessária a recuperação de solos e da vegetação. Acredito que só então o homem sentirá necessidade de executar um trabalho ecológico realmente sério. Infelizmente vamos precisar de mais desastres de grandes proporções — talvez tão graves quanto a peste bubônica na Europa, há seis séculos, ou como a seca do deserto de Saara — antes de chegarmos a um programa de ação realmente eficaz. Só espero que esses desastres não sejam tão graves a ponto de se impossibilitar sua restauração. Temos no máximo 20 anos para executar essa obra. ■

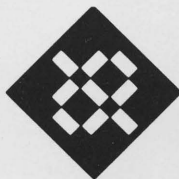
Segurados da Previdência Social se preparam para dar a volta ao mundo.



Se os 12 milhões de segurados da Previdência Social dessem as mãos, eles formariam uma corrente de 18 mil quilômetros.

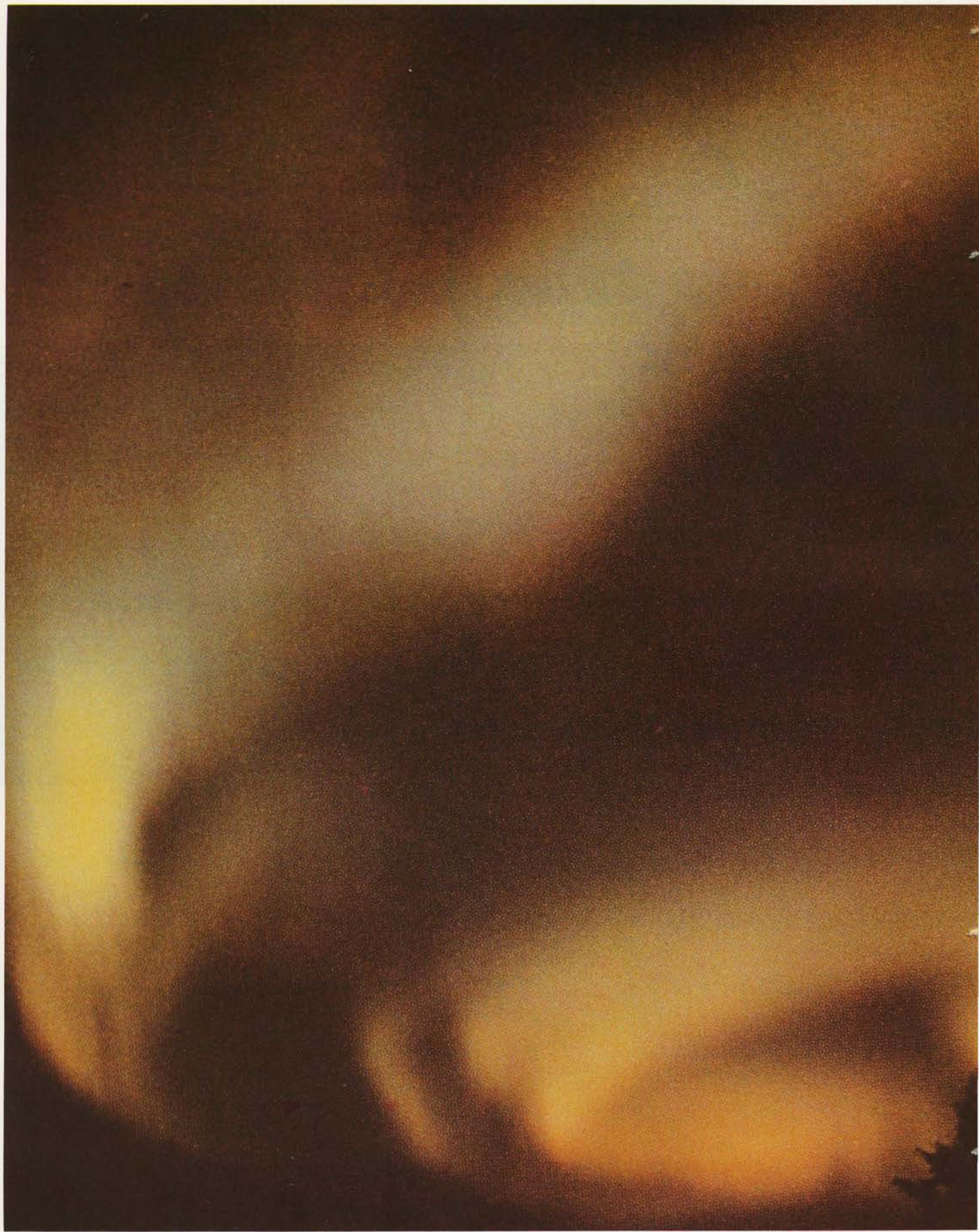
O que significa quase a metade de uma volta ao mundo.

A Dataprev garante o pagamento de benefícios a esse mundo de gente. Isso quer dizer que os serviços da Dataprev, totalmente informatizados, vão cada vez mais longe.



DATAPREV

EMPRESA DE PROCESSAMENTO DE DADOS



AURORAS

**Walter D. Gonzalez, Osmar Pinto Jr., Alicia L. C. Gonzalez,
Abraham C. L. Chian e Iara R. C. A. Pinto**

Instituto de Pesquisas Espaciais

Bruce T. Tsurutani

Laboratório de Propulsão a Jato (EUA)

FENÔMENO QUE SEMPRE INTRIGOU O
HOMEM, AS AURORAS SÃO EFEITO DO
BOMBARDEIO DE PARTÍCULAS ENERGÉTICAS
PROVENIENTES DO SOL SOBRE ÁTOMOS
E MOLÉCULAS DAS CAMADAS SUPERIORES
DA ATMOSFERA. O PROCESSO
ASSEMELHA-SE AO QUE OCORRE NOS
APARELHOS COMUNS DE TELEVISÃO:
ELÉTRONS SÃO ACELERADOS RUMO
À TELA, PRODUZINDO AS IMAGENS.
NO CASO DO NOSSO PLANETA, A TELA É
A ATMOSFERA E A IMAGEM, A AURORA.

foto cedida pelos autores

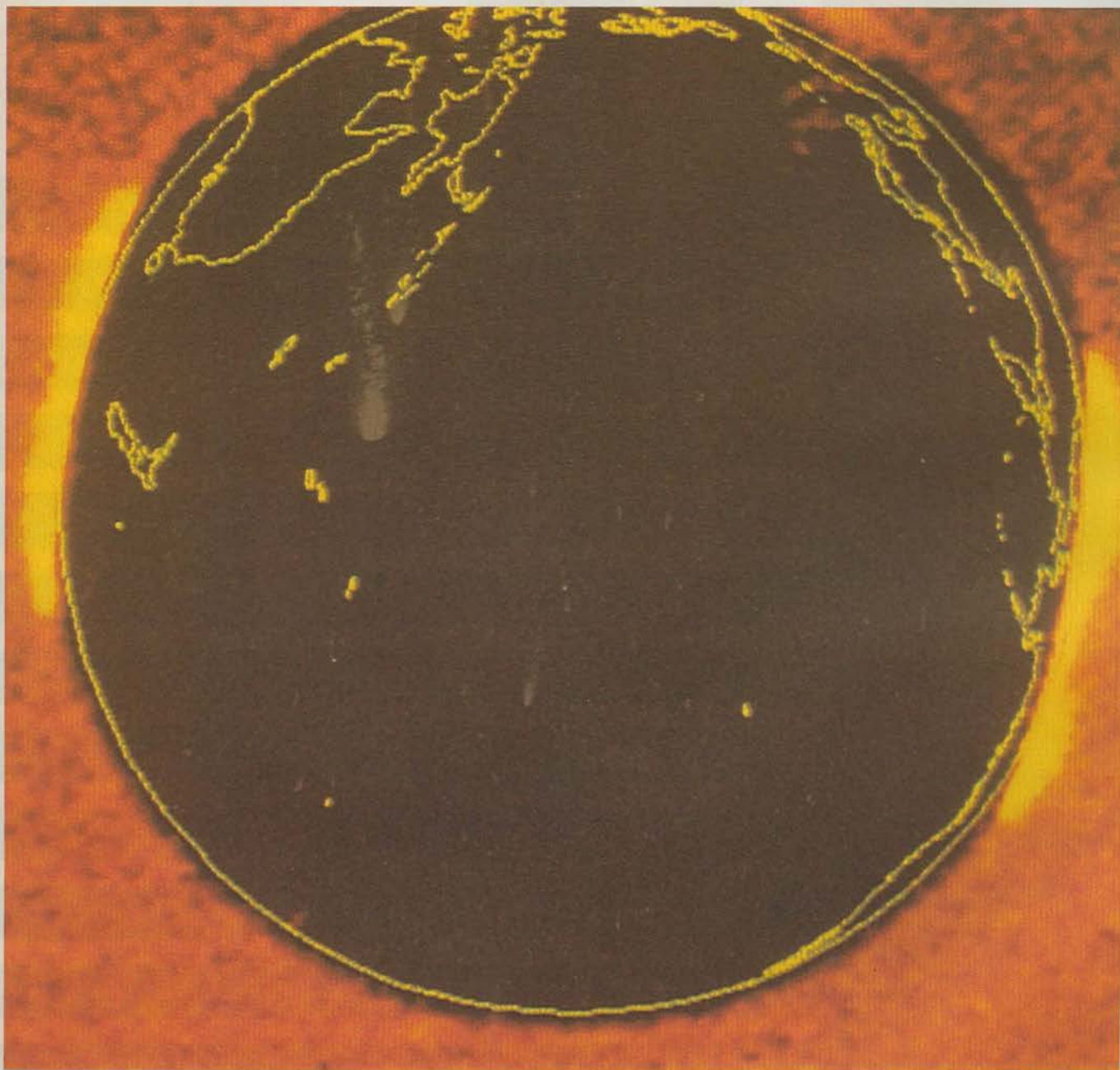
Talvez um dos mais fascinantes espetáculos da natureza, as auroras — hoje um fenômeno muito conhecido, através de fotografias — vêm sendo objeto de interesse desde tempos remotos. Há milênios, astrônomos chineses já descreviam os fenômenos aurorais. No século IV a.C., o filósofo grego Aristóteles julgava que eles decorriam de alguma espécie de vapor que subia da superfície da Terra, quando aquecida pelo Sol. Já no século XVII, na França, o filósofo e matemático René Descartes acreditava que eles se manifestavam quando pequenos cristais de gelo suspensos no ar refletiam a luz solar. Desde então, muitos importantes cientistas interessaram-se pelas auroras, entre

os quais Edmund Halley — o descobridor do cometa que tem seu nome — e Benjamin Franklin, pioneiro no estudo dos relâmpagos. Já no início do nosso século Olaf Birkeland, Fedrik Carl Störmer, Sydney Chapman e Hannes Alfvén destacaram-se como físicos aurorais.

Somente nas duas últimas décadas, no entanto, percebeu-se a importância do chamado 'vento solar' e de seu campo magnético — conhecido como campo magnético interplanetário — na produção das auroras. De fato, não há como fazer uma completa descrição física desse fenômeno sem que se disponha de um preciso conhecimento tanto das características do vento solar — um fluxo contínuo de partículas

'sopradas' pelo Sol em todas as direções — como do campo magnético da Terra (ver 'O campo magnético terrestre' em *Ciência Hoje* n.º 52, p. 33).

As auroras ocorrem mais frequentemente em alturas entre cem e 500 km e dentro de estreitas bandas ou cinturões não exatamente circulares, fixos ao redor dos polos magnéticos norte e sul da Terra, denominados ovais aurorais. Assim, à medida que o planeta gira, elas tendem a ocorrer em diferentes localizações geográficas, conforme a hora do dia. Diversas investigações têm mostrado que as auroras do hemisfério Norte, chamadas boreais, e as do hemisfério Sul, chamadas austrais, são essencialmente iguais (figura 1).



Fotos cedidas pelos autores

Fig. 1. Como mostram essas fotos, feitas simultaneamente, as auroras boreais (do hemisfério Norte) e austrais (do hemisfério Sul) são essencialmente iguais.

As auroras assumem, basicamente, dois tipos de estrutura: apresentam-se em faixas, bandas ou arcos ou sob formas semelhantes a nuvens. As primeiras podem ser subdivididas numa série de tipos, de acordo com a presença de formas como raios, camadas sobrepostas etc. Diferentes tipos de auroras, fotografadas por pesquisadores da Universidade do Alaska, nos Estados Unidos, são mostrados na figura 2.

De fato, o que geralmente podemos ver do solo é apenas uma pequena parcela da estrutura das auroras, que são fenômenos de grande extensão. Só nas duas últimas décadas tornou-se possível ver imagens de auroras obtidas de outro ponto de vista: do espaço. A foto que aparece na figura 3, obtida pela estação orbital norte-americana Skylab, dá uma boa idéia da amplitude do fenômeno.

Em termos técnicos, as auroras são emissões fluorescentes produzidas pela interação de átomos e moléculas presentes na atmosfera superior com partículas energéticas provenientes do espaço, que ali penetram, guiadas pelo campo magnético da Terra. Essas partículas são em geral prótons e elétrons, com energias tipicamente da ordem de dez mil elétrons-volt (menos da metade da energia dos elétrons presentes no feixe de um tubo de televisão). Os átomos e moléculas da atmosfera superior, constituídos principalmente de oxigênio e nitrogênio, ao serem atacados pelas partículas energéticas tornam-se ionizados ou excitados. Quando retornam ao seu estado original, adquirindo elétrons ou perdendo energia, emitem radiação.

Foi o físico sueco Anders Jonas Ångström (1814-1874) que descobriu que essa radiação, diferentemente da radiação contínua característica do fenômeno do arco-íris, consiste em diferentes linhas e bandas em determinadas frequências ou comprimentos de onda. As linhas são emitidas pelos átomos e as bandas pelas moléculas.

Para o olho humano, as auroras são, em sua maioria, verdes ou azul-esverdeadas. Isto decorre tanto da forte emissão do oxigênio atômico entre cem e 150 km de altitude no comprimento de onda de 5.577 angstroms (um Å equivale a 10^{-8} cm), bem como da máxima sensibilidade do nosso olho, nesse comprimento de onda. O oxigênio atômico é também responsável pela luz vermelha que as auroras apresentam, correspondente à emissão no comprimento de onda de 6.300 Å entre 200 e 400 km de altitude. As luzes violeta e azul, por sua vez, são provenientes de bandas de emissão em torno desses comprimentos de onda associadas a moléculas de nitrogênio ionizadas. As auroras contêm ainda emissões no infravermelho e no ultravioleta, não detectadas pelo nosso olho.



Fig. 2. Diferentes tipos de aurora: as duas superiores são difusas e as quatro inferiores do tipo em banda ou faixa.

Em 1955, o astrônomo e físico norueguês Carl Stormer concluiu que as auroras são causadas pela penetração, na atmosfera superior, de partículas energéticas emitidas pelo Sol, sobretudo durante os distúrbios solares. Essas partículas são parte do que hoje conhecemos como 'vento solar': um fluxo composto de iguais quantidades de elétrons e prótons emitido pelo Sol em todas as direções, na forma de um plasma envolto por um campo magnético. Este, denominado campo magnético interplanetário, nada mais é que uma extensão do campo magnético do Sol.

Em decorrência da ação do vento solar, o campo magnético da Terra, ou campo geomagnético, tende a ficar confinado numa gigantesca cavidade, de forma seme-

lhante à de um cometa, chamada magnetosfera (figura 4). Esta atua de modo a acelerar e orientar as partículas do vento solar rumo às regiões de altas latitudes, onde ocorrem as auroras.

As partículas do vento solar, com energias de algumas centenas de elétrons-volt, penetram na magnetosfera por uma região denominada cauda magnética, no lado oposto ao do Sol, sendo então aceleradas rumo à Terra. A magnetosfera atua, portanto, como um gigantesco tubo de raios catódicos, semelhante ao tubo de imagens de um aparelho comum de televisão, concentrando (ou colimando) e acelerando o fluxo de partículas provenientes da cauda magnética rumo à Terra, nas vizinhanças dos pólos magnéticos.

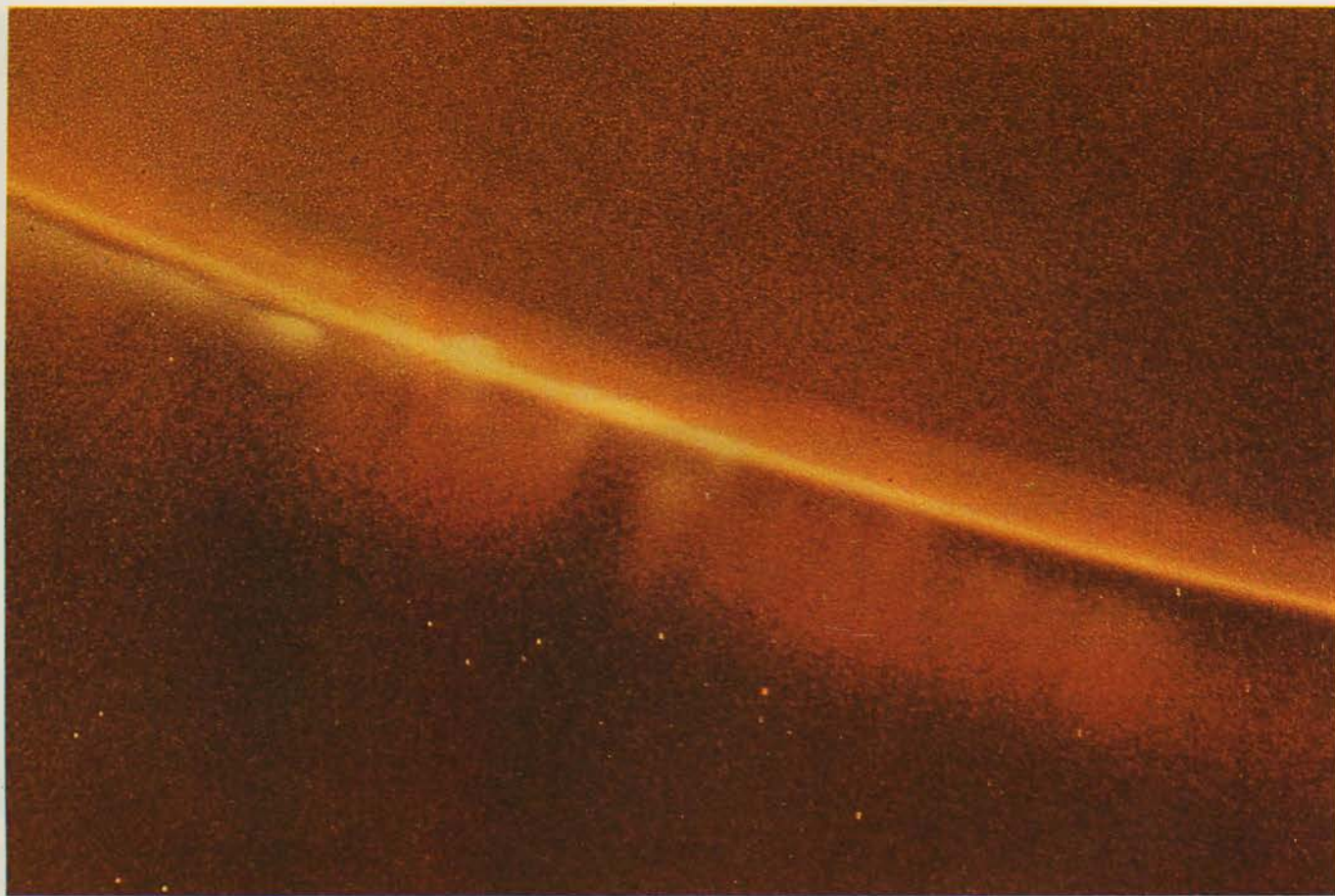


Fig. 3. Auroras boreais fotografadas pela estação espacial norte-americana Skylab na década de 1970.

Em sua totalidade, o processo de produção de auroras é, no entanto, extremamente variável no tempo, em função de dois aspectos principais: a variação na emissão de partículas pelo Sol, geralmente associada a distúrbios solares, tais como erupções, e à variação nas condições impostas às partículas do vento solar para penetrar na atmosfera.

Este último aspecto — denominado genericamente interação magnetosfera-vento solar — é fortemente dependente da orientação do campo magnético interplanetário com relação ao eixo magnético da Terra. Nos períodos em que é orientado rumo ao pólo norte magnético da Terra, esse campo tende a unir-se ao campo geomagnético, num processo denominado reconexão. Isto favorece a penetração das partículas do vento solar na magnetosfera e dá origem aos fenômenos conhecidos como tempestade e subtempestade magnética, durante os quais o campo magnético da Terra sofre consideráveis variações. É durante esses períodos — que ocorrem mais frequentemente quando a atividade solar está em seu máximo — que são geradas as mais intensas auroras.

As variações no campo magnético interplanetário têm por origem o Sol: são mudanças nas condições dessa estrela que oca-

sionam mudanças nas condições do vento solar. Estas, por sua vez, dão lugar a mudanças na eficiência com que as partículas penetram na magnetosfera. Como vimos, se o campo magnético interplanetário é orientado na direção do pólo norte magnético da Terra, a eficiência tende a ser máxima. Quanto maior a eficiência, mais intensas tendem a ser as auroras.

Utilizando dados fornecidos pelo satélite norte-americano ISEE-3, os autores têm estudado com detalhes as diferentes estruturas do campo magnético interplanetário e suas influências sobre a magnetosfera terrestre.

Uma das formas de variação do campo magnético interplanetário — identificada por J. B. Belcher e I. Devis em 1971 — é denominada ondas de Alfvén interplanetárias. Somente 16 anos depois, em 1987, dois membros do grupo que assina este trabalho (W. D. Gonzales e B. T. Tsurutani) descobriram que essas ondas, que são basicamente oscilações fundamentais do campo magnético interplanetário, são a origem de uma forma particular de aurora, há muito estudada: as auroras contínuas e de longa duração, que se prolongam por vários dias (figura 5).

Segundo nossa interpretação, é quando o vento solar traz consigo as ondas de Alf-

vén, que têm grande amplitude, que ocorrem as auroras contínuas. Essas ondas interagem com o campo geomagnético na região de contato da magnetosfera com o vento solar, chamada magnetopausa. Nessa interação produz-se uma transferência de energia do vento solar para a magnetosfera terrestre, em cujo interior ela posteriormente se dissipa. A formação de auroras é uma das principais formas em que essa dissipação pode ocorrer.

Embora ainda não se conheça o processo de formação das ondas de Alfvén, suspeita-se que elas sejam responsáveis também pela aceleração do vento solar. Os trens de ondas de Alfvén, que parecem energizar as auroras contínuas, podem portanto ser resíduos de ondas de Alfvén originadas na vizinhança do Sol. Estas, além de acelerar o vento solar, contribuiriam para a energização da magnetosfera terrestre, numa transferência de energia do vento solar para essa região.

Em associação com a ocorrência de auroras, ocorre a produção de raios X, o aumento da ionização nas camadas inferiores da ionosfera e o aquecimento e expansão da atmosfera neutra — fenômenos capazes de influenciar desde as condições de propagação de sinais de rádio e de televisão até as trajetórias de satélites artificiais.

Alguns pesquisadores acreditam ainda que até o clima pode ser afetado pela ocorrência de auroras, embora não existam evidências conclusivas a este respeito. De fato, a obtenção dessas evidências é bastante difícil, e o problema maior decorre do fato de que a energia envolvida na produção das auroras é muito pequena quando comparada ao total de energia que atinge a Terra sob a forma de luz solar.

A esta altura, talvez o leitor pergunte: mas por que estudar as auroras? Tão magnífico fenômeno, por si só, mereceria ser estudado; além disso, sua compreensão en-

Fig. 4. Representação gráfica da magnetosfera da Terra. Na direção do Sol, ela se estende até aproximadamente dez raios terrestres, ao passo que, na direção oposta, ultrapassa a órbita da Lua, formando uma extensa cauda.

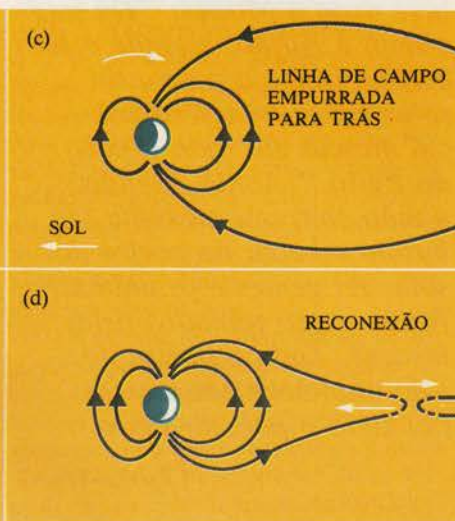
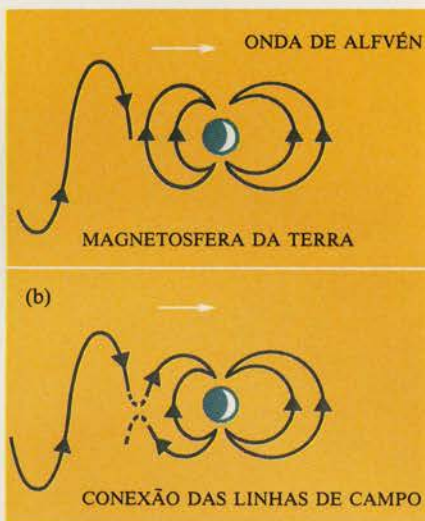


Fig. 5. Processo de produção de auroras em decorrência da presença de ondas de Alfvén geradas em períodos de intensa atividade solar: (a) chegada da onda de Alfvén na magnetosfera da Terra; (b) conexão da onda com o campo geomagnético; (c) recuo da linha de campo resultante, na direção oposta ao Sol; (d) ocorrência, na cauda, do processo de reconexão, com liberação de energia rumo às regiões polares, com a conseqüente produção de auroras.

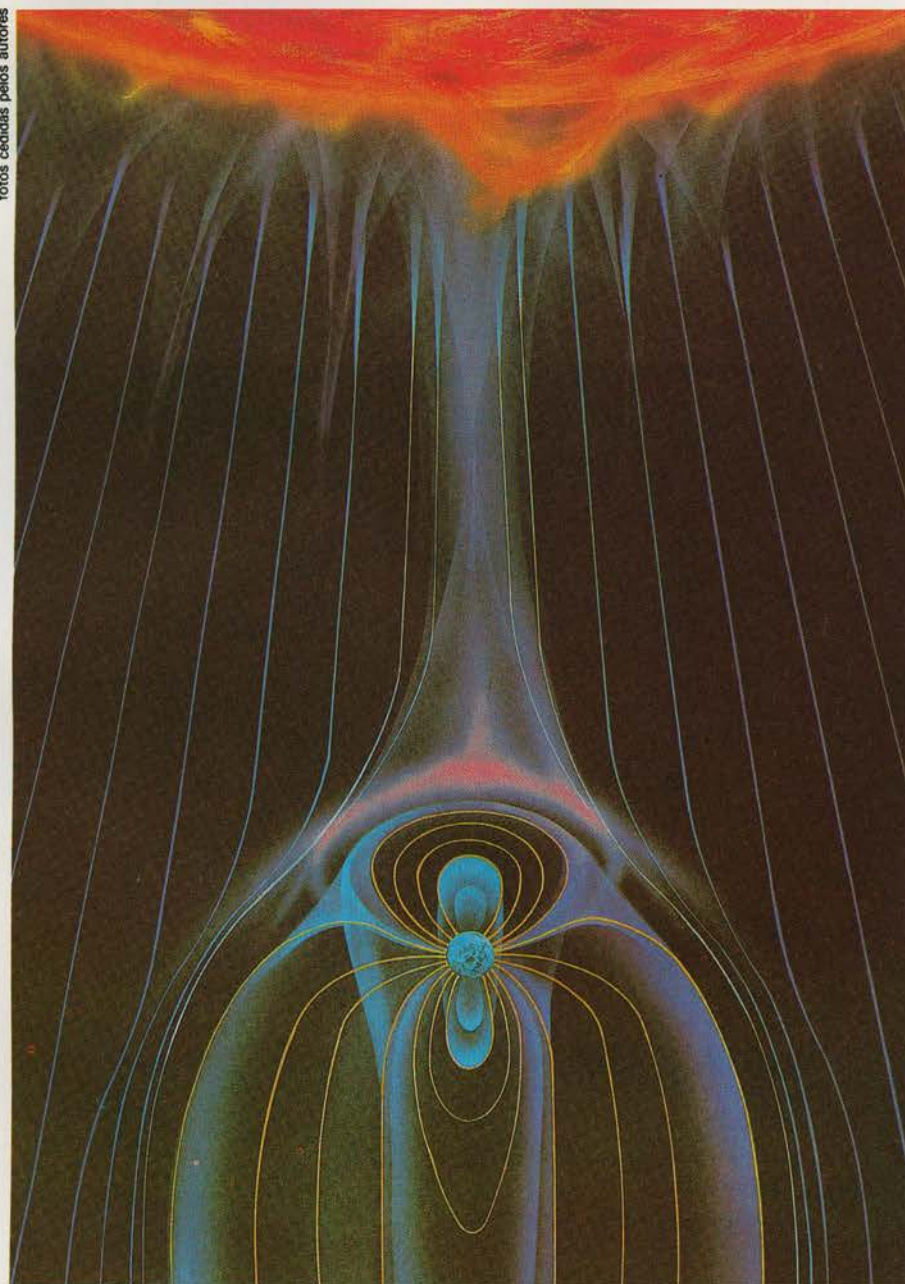
volve necessariamente o estudo do plasma que envolve o nosso planeta. Considerando que aproximadamente 99% da matéria que compõe o universo está nesse estado, as pesquisas que envolvem as auroras permitem aprofundar muitas outras áreas do conhecimento humano, em especial a astronomia e a astrofísica. As auroras são, fundamentalmente, um fenômeno universal, já tendo sido constatadas em vários outros planetas. Elas se produzem sempre que um vento estelar atinge um corpo magnetizado.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- AKASOFU S., 'The aurora', *Scientific American*, dezembro, 1965.
- GONZALES W. D. e MOZER F. S., 'A quantitative model for the potential resulting from reconnection with an arbitrary interplanetary magnetic field', *Journal of Geophysic Research*, vol. 79, pp. 4.186-4.194, 1974.
- GONZALES W. D. e TSURUTANI B. T., 'Criteria of interplanetary parameters causing intense magnetic storms ($Dst < -100nt$)', *Planetary and Space Science*, vol. 35, pp. 1.101-1.109, 1987.
- TSURUTANI B. T. e GONZALES W. D., 'The cause of high-intensity long-duration continuous AE activity (HILDCAAS): Interplanetary Alfvén wave trains', *Planetary and Space Science*, vol. 35, pp. 405-412, 1987.
- WEINER J., *O planeta terra*. São Paulo, Martins Fontes, 1988.

Edição de texto: Maria Luiza X. de A. Borges



Iavé disse a Moisés: “Dá esta ordem a Aarão: estende o teu bastão e bate a poeira do solo: ela se transformará em moscas em todo o país do Egito.” Aarão estendeu a mão com que sustinha seu bastão e bateu na poeira do solo. As gentes e os animais foram então tomados pelas moscas. Toda a poeira do solo mudou-se em moscas por todo o país do Egito...

Êxodo, III, 12

foto Eraldo R. de Lima

FEROMÔNIOS

NO CONTROLE DE PRAGAS

Evaldo Ferreira Vilela

Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa

José Tércio B. Ferreira

Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos

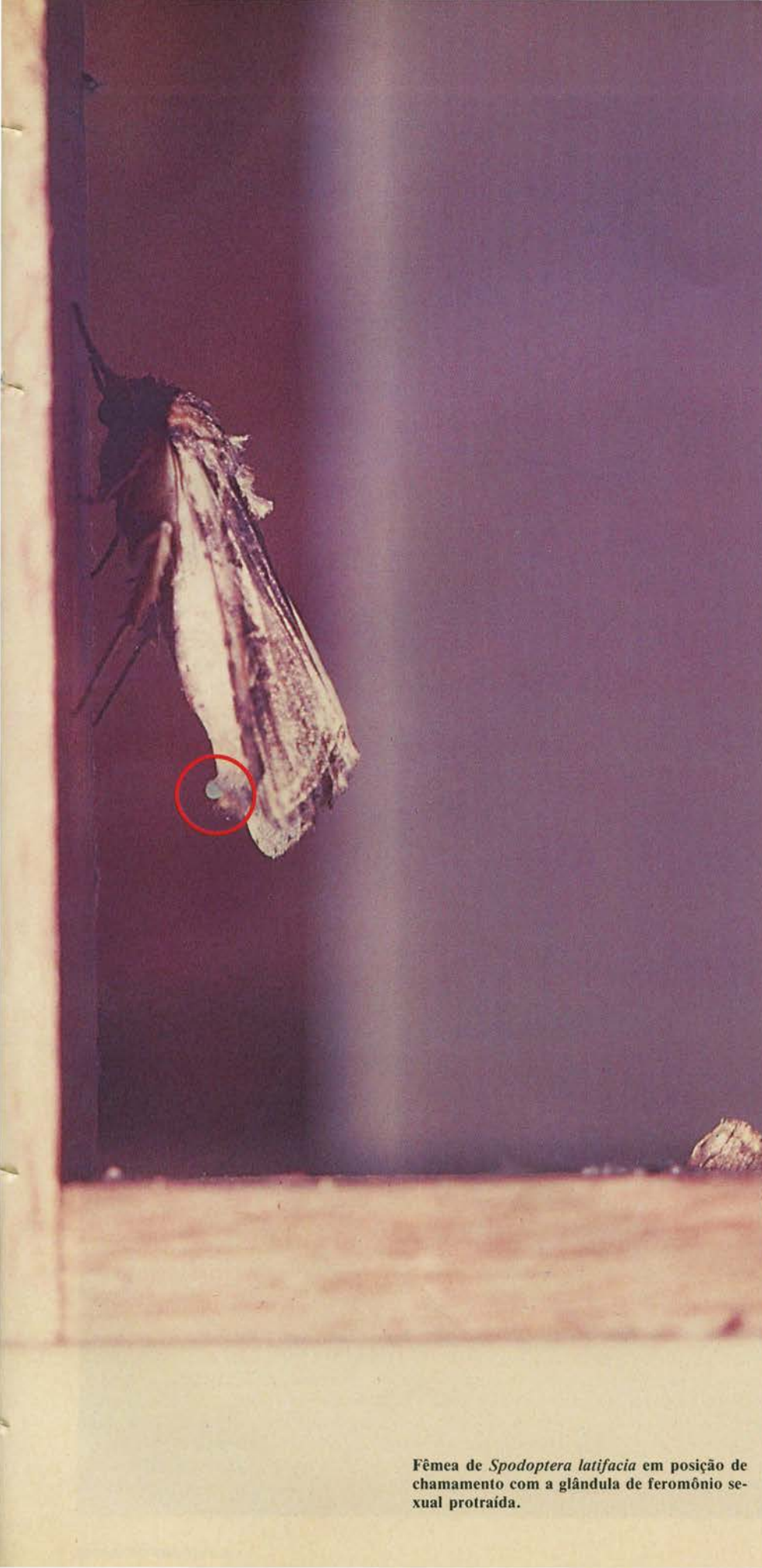
João Valentin Gasparotto

Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos

José Inácio L. Moura

Divisão de Zoologia, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

O uso de feromônios sintéticos para reduzir populações de pragas que assolam as plantações é algo como fazer o feitiço virar contra o feiticeiro. Afinal, esses mensageiros químicos são o principal recurso de que os insetos se valem para funções essenciais de sobrevivência, como o acasalamento e a defesa.



Fêmea de *Spodoptera latifacia* em posição de chamamento com a glândula de feromônio sexual protruída.

Não por acaso os insetos figuram, já no segundo livro da Bíblia, como uma das 'pragas do Egito'. Na prática milenar da agricultura, o homem sempre teve de se haver com esse flagelo, e há muito se empenha em evitar que ele destrua alimentos e outros produtos vegetais. O cultivo de uma única ou de algumas poucas espécies em grandes extensões de terra — fornecendo aos insetos biomassa abundante e contínua — facilitou ainda mais sua ação nefasta.

Os inseticidas hoje utilizados são de origem relativamente recente: foram introduzidos a partir da década de 1940. Seus benefícios — em especial no controle de insetos que transmitem doenças ao homem — são inegáveis. Em contrapartida, ao longo de 50 anos de uso, muitas desvantagens também se evidenciaram, entre elas a de representarem riscos para o ser humano e o meio ambiente. Vários produtos chegaram a ter seu uso abolido, tal a sua periculosidade (para uma análise dos vários problemas relacionados aos inseticidas ver o conjunto de artigos reunidos sob o título 'Defensivos agrícolas ou agrotóxicos?', em *Ciência Hoje* nº 22).

Os riscos para o homem e para a natureza associados ao emprego dos pesticidas — seja por seu mau uso, seja por características inerentes aos produtos —, cada vez mais notórios, têm levado pesquisadores no mundo inteiro à busca de métodos que complementem ou mesmo substituam esses produtos tóxicos por outras técnicas que possam coexistir mais harmoniosamente com o ser humano e o meio ambiente.

A descoberta, feita na década de 1950 — em especial através dos trabalhos do pesquisador alemão A.R. Bertenandt e colaboradores —, de que os insetos se comunicam entre si e muitas vezes com o mundo vegetal principalmente por meio de uma linguagem de odores foi primeiro associada à indústria cosmética (ver 'De aromas, insetos e plantas', em *Ciência Hoje* nº 23). Só mais tarde se cogitou da possibilidade de utilizar as substâncias voláteis que emitem tais odores — denominadas feromônios — no controle das populações das pragas que atingem as plantas cultivadas, por meio de uma inferência no processo normal dessa comunicação. O primeiro relato do emprego de feromônios com esse fim foi publicado em 1967, por L. K. Gaston e colaboradores (*Nature*, nº 213).

A via tem se mostrado promissora: ao que tudo indica, o uso dos feromônios permitirá, senão eliminar por completo o uso dos inseticidas, pelo menos reduzir consideravelmente as quantidades hoje empregadas. Trata-se de uma tática poderosa entre as que compõem a estratégia do manejo integrado de pragas (ver 'Manejo integrado de pragas', em *Ciência Hoje* nº 28).

Uma aplicação especialmente bem-sucedida dessa técnica teve lugar em Israel. Ali, para controlar a lagarta-rosada-do-algodoeiro, *Pectinophora gossypiella*, utilizaram-se armadilhas adesivas. Cada uma delas continha 2 mg de feromônio sexual da espécie, o *gossyplure*, e monitorava uma área de cinco hectares; sua atuação perdurava por um mês no campo. Antes da introdução desse estratagema, perdiam-se cerca de 30% das 'maças' do algodoeiro, a despeito das dez a 15 aplicações de inseticidas durante o ciclo de cultura. Com o novo método e mais uma ou duas aplicações de inseticidas em épocas estratégicas do plantio, o dano foi reduzido a zero. É em busca de resultados semelhantes que se vêm desenvolvendo pesquisas do mesmo tipo no Brasil.

Feromônios são substâncias voláteis por meio das quais indivíduos de uma mesma espécie se comunicam (figura 1). Embora essas substâncias provavelmente atuem como mensageiros químicos em todo o reino animal, grande parte do conhecimento que já se acumulou sobre elas provém de estudos feitos com insetos. Isto decorre tanto da relativa facilidade de se demonstrar a atividade dos feromônios nesses animais como das perspectivas promissoras apresentadas por seu uso no controle das pragas (ver 'Formigas-cortadeiras: a linguagem dos odores', em *Ciência Hoje* n° 35).

Os sinais químicos, em sentido amplo, são um atributo universal da vida. Sob uma ou outra forma, estão presentes em todas as células, atuando dentro e entre todos os organismos vivos. Nos insetos, por exemplo, são secretados por glândulas exócrinas e transmitidos a outros membros da espécie sob forma de vapores.

A eficiência de alguns feromônios sexuais de insetos é espantosa: um número muito pequeno de moléculas consegue atuar a longas distâncias. No caso do bicho-da-seda, por exemplo, a liberação de um miligrama de feromônio sexual por segundo pela fêmea é suficiente para atrair o macho para o acasalamento. E este já começa a responder quando é alcançada a baixíssima concentração de cem moléculas por mililitro de ar.

Os feromônios são, em geral, substâncias multicompostas, de tal modo que dão lugar a um rastro de odor que contém um gradiente de concentração das diferentes substâncias que o integram, as quais, por sua vez, têm diferentes volatilidades. Isto permite a emissão de mensagens complexas, que veiculam diferentes informações ao mesmo tempo. O volume produzido varia de acordo com as diversas necessidades do inseto: alimentação, reprodução e defesa. Além disto, são importantes na manutenção das 'comunidades' dos insetos sociais, como as formigas e as abelhas.

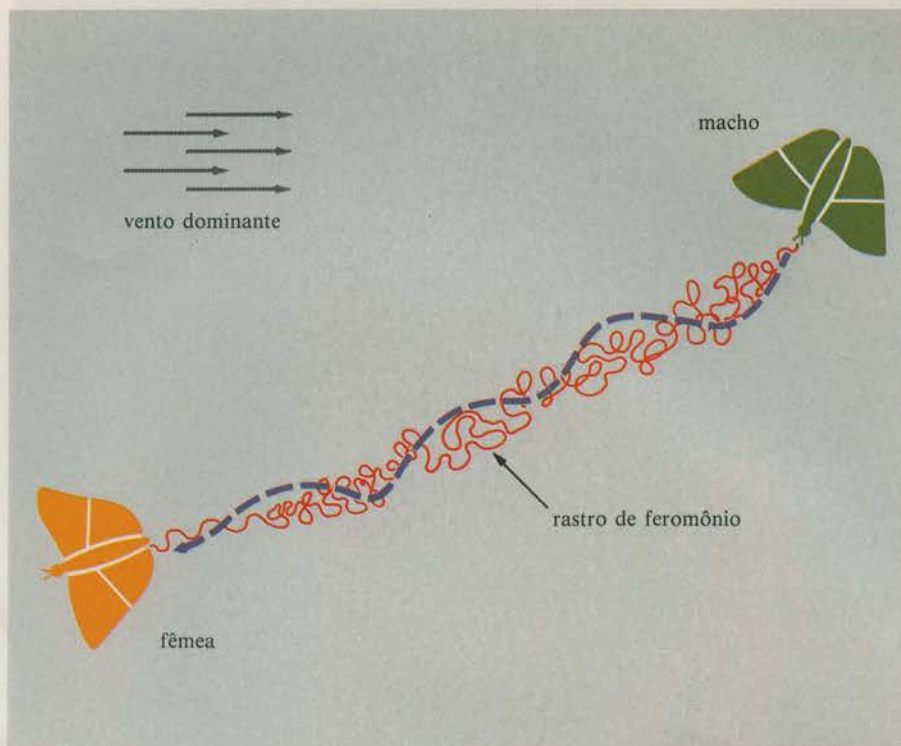


Fig. 1. Mecanismo de orientação do macho através do rastro de feromônio deixado pela fêmea.

Uma característica comum às pesquisas de vanguarda é exigirem a superposição de várias áreas do conhecimento. O estudo dos feromônios não foge à regra. Para a elaboração de pesquisas nessa área é necessário que vários especialistas componham esforços, tal como ocorre hoje entre pesquisadores das Universidades Federais de Viçosa e de São Carlos. Neste caso, entomologistas e químicos empenham-se na elucidação do feromônio da comunicação entre os indivíduos de importantes espécies de pragas, como a saúva (*Atta* spp), a lagarta-parda-dos-eucaliptais (*Thyrinteina arnobia*), a lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*), a lagarta-elasmô (*Elasmopalpus lignosellus*) e a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*).

O estudo dos feromônios de determinação da espécie de inseto deve começar pela observação do seu comportamento, o que é tarefa de entomologistas especializados. Para isso, eles necessitam manter criações de insetos de modo a dispor deles em abundância e no estágio de desenvolvimento requerido pelas pesquisas (ver 'Criando saúvas em laboratório', em *Ciência Hoje* n° 35).

São também necessárias facilidades que permitam estudar a comunicação entre os indivíduos e a influência de substâncias químicas sobre as etapas da comunicação — como por exemplo a atração sexual e a agregação —, que podem vir a culminar no acasalamento, garantindo a sobrevivência da espécie. Essas facilidades incluem 'túneis de vento' e olfatômetros, por vezes do-

tados de ar sintético, e nos quais é possível promover uma movimentação controlada do ar, o que permite a formação de rastros de feromônio a que os insetos responderão sempre do mesmo modo, quando sob as mesmas condições.

Obtém-se, assim, um catálogo das respostas dos indivíduos da espécie em estudo. Uma vez constatada a intermediação de feromônio na comunicação entre eles, o passo seguinte é o isolamento do próprio feromônio.

Nessa etapa, a cooperação entre entomologistas e químicos é fundamental. Após o isolamento de uma ou mais substâncias que compõem o feromônio, passa-se a buscar a identificação de sua estrutura química. Esta etapa envolve a utilização rotineira de técnicas sofisticadas, como a espectroscopia, a ressonância magnética protônica, o infravermelho, a espectrometria de massa acoplada à cromatografia gasosa. A elas acrescentam-se ainda reações com quantidades pequeníssimas, campo da microquímica. Em certos casos são também empregados detectores biológicos: o próprio inseto ou sua antena, numa técnica denominada eletroantenografia (ver 'A sensibilidade das antenas a serviço da técnica').

Uma vez determinada a estrutura química dos componentes de um feromônio e obtidos seus equivalentes sintéticos, resta comprovar a eficácia destes últimos, o que pode ser feito por meio de testes, seja em laboratório, seja em campo, de modo a demonstrar inequivocamente sua ação biológica. A importância da química orgânica

A SENSIBILIDADE DAS ANTENAS A SERVIÇO DA TÉCNICA

Embora a percepção de odores seja ainda assunto pouco compreendido, o sistema sensitivo periférico dos insetos — a antena — tem sido estudado em profundidade. As antenas dos machos das mariposas possuem em geral milhares de pêlos olfativos que contêm as chamadas *sen-silla* — células sensoriais receptoras que respondem aos estímulos representados pelos componentes do feromônio da fêmea. Assim, quando exposta a este, a antena do macho apresenta uma reação fisiológica traduzida numa diferença de potencial elétrico que pode ser medida com microeletrodos. Esse aparelho biodetector, denominado antenógrafo, revela-se de extrema utilidade na identificação dos

componentes ativos de misturas de substâncias voláteis extraídas dos insetos.

A utilização do eletroantenograma exige o preparo da antena de um inseto, normalmente macho, que é extraída e fixada em meio fisiológico, de modo a conservar ativas as suas funções. Nas extremidades dessa antena, colocam-se microeletrodos acoplados a um amplificador. As substâncias, separadas pelo cromatógrafo a gás a partir do material extraído de fêmeas, são então sopradas sobre a antena, ligada a um registrador.

Como o cromatógrafo é preparado de tal forma que o fluxo da amostra nele injetado é dividido no final da coluna — uma parte é dirigida ao detector usual do

aparelho e outra ao biodetector —, torna-se possível, para cada pico detectado por ele, medir a resposta biológica do inseto correspondente à substância que o originou (figura 2).

Dessa maneira, torna-se possível identificar, em meio a uma mistura de substâncias, os prováveis componentes do feromônio da fêmea, o que por sua vez abre caminho para a elucidação de sua estrutura química.

O eletroantenograma é também de grande valia na testagem da sensibilidade de insetos a substâncias sintéticas, contribuindo efetivamente para a árdua tarefa de recompor, artificialmente, o 'bucquê' de um feromônio natural.

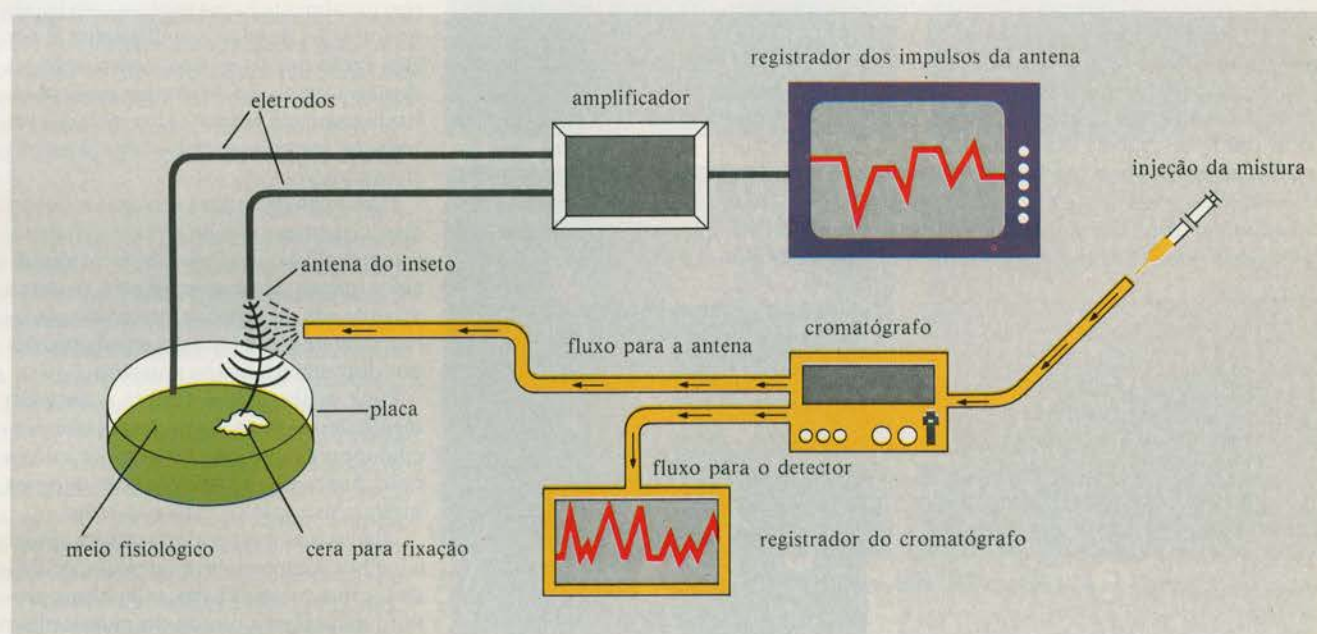


Fig. 2. Esquema de uma eletroantenografia, mostrando a injeção de uma mistura de substâncias químicas, sua separação por cromatografia, o lançamento de substâncias voláteis sobre uma antena de inseto em meio fisiológico com o conseqüente registro da resposta aos voláteis.

sintética no estudo dos feromônios, fornecendo material em quantidades necessárias para a execução dos testes, dificilmente pode ser superestimada.

Os primeiros testes são realizados em laboratório, onde o controle das condições permite manipular os fatores que influenciam a ocorrência da comunicação, por exemplo, entre os sexos. Em seguida são conduzidos, em campo, testes da eficiência do feromônio sintético como atrativo em armadilhas adesivas para a captura da praga, ou em outras estratégias de que trataremos adiante.

O uso dos sintéticos se impõe porque a quantidade de feromônio natural que se pode obter numa extração raramente ultrapassa a escala do miligrama, sendo mais comumente da ordem de microgramas. Interessado em obter o feromônio da barata (*Periplaneta americana*), por exemplo, um laboratório holandês precisou de 75 mil fêmeas, todas elas virgens, para conseguir 200 microgramas de uma mistura cujo componente principal era a periplanona B, o excitante sexual desse inseto, mostrado na figura 3 [ver 'A mão e a luva (ou: noções de estereoquímica')].

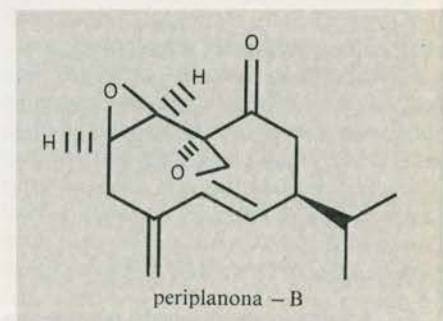


Fig. 3. Feromônio da barata *Periplaneta americana*.

A MÃO E A LUVA (OU: NOÇÕES DE ESTE

A determinação e a síntese da estrutura correta do feromônio é fundamental para a elaboração do produto sintético. Aliás, a relação estrutura-atividade biológica é responsável por diferenças cruciais nas propriedades de algumas moléculas. Exemplo trágico e muito conhecido desse fato foi a utilização da talidomida como calmante para mulheres grávidas, que redundou no nascimento de um sem-número de crianças com deformações teratogênicas. Mais tarde, descobriu-se que esse efeito cruel resultara da administração do medicamento na forma racêmica, isto é, contendo uma mistura de iguais quantidades de dois estereoisômeros, um dos quais era inócuo e o outro — (S) — (—) — era o agente causador das deformações, como se observa em sua estrutura, mostrada na figura 4.

O átomo de carbono pode formar até quatro ligações com outros átomos ou grupos de átomos. Quando um deles está ligado a quatro grupos de átomos diferentes entre si (ficando o carbono tetra substituído no centro), obtêm-se dois arranjos espaciais de conjunto de átomos que não podem ser superpostos e, por conseguinte, correspondem a substâncias diferentes. Essas estruturas, que têm en-

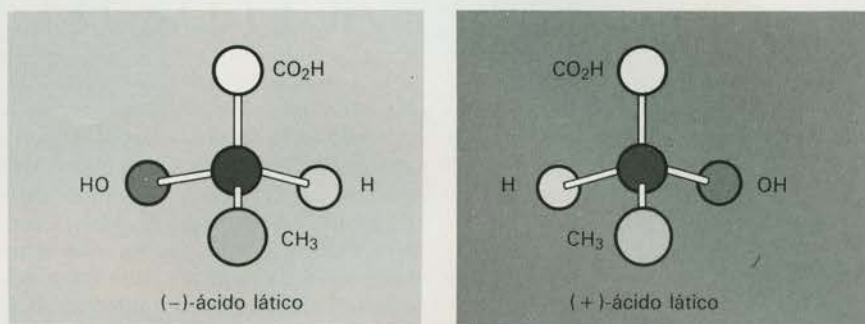


Fig. 5. Estrutura dos dois enantiômeros do ácido láctico, ilustrando uma relação imagem-objeto.

tre si uma relação de imagem-objeto, representam um par de isômeros ópticos que são chamados de enantiômeros. O carbono tetra substituído é denominado centro quiral (figura 5).

Os dois enantiômeros, quando se apresentam puros, têm a propriedade de desviar o plano de vibração de um feixe de luz polarizada em igual intensidade, porém em sentido diferente.

Para diferenciar inequivocamente as duas estruturas enantioméricas, tais como as do ácido láctico, os químicos desenvolveram uma nomenclatura em que, dependendo da inter-relação espacial dos quatro substituintes ligados ao centro qui-

ral, um enantiômero será chamado de R e o outro de S.

Normalmente, a natureza sintetiza substâncias que possuem apenas uma das configurações (R ou S). Ao contrário, em reações normais de laboratório, o que se obtém usualmente é uma mistura com iguais quantidades dos dois enantiômeros. É por essa razão que os insetos, como todos os demais organismos vivos, em geral só reconhecem uma forma — e o mais das vezes uma forma espacial — dos possíveis enantiômeros.

Uma explicação para isto seria o fato de que as enzimas e proteínas responsáveis pelo metabolismo são formadas por aminoácidos quirais. Em consequência, o centro ativo dessas substâncias interagiria preferencialmente com uma das configurações dos dois enantiômeros possíveis.

Uma analogia que facilita o entendimento dessa interação preferencial é a facilidade com que uma luva direita calça a mão direita e a dificuldade com que essa mesma luva calça a mão esquerda.

Alguns exemplos podem também ajudar a melhor compreender a estereoespecificidade e suas consequências. O limoleno, produto natural encontrado em muitos óleos essenciais, pode existir sob duas formas isoméricas, das quais uma tem odor de limão e a outra odor de laranja (figura 6).

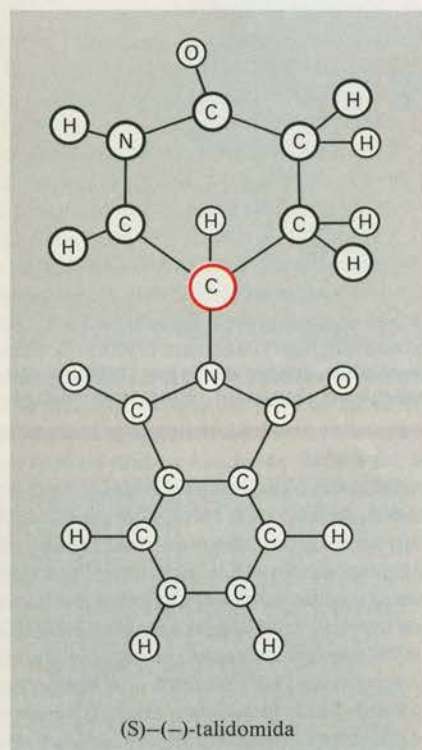


Fig. 4. Estrutura da talidomida: experimentos mostraram que apenas o isômero (S) — (—) causa deformações.

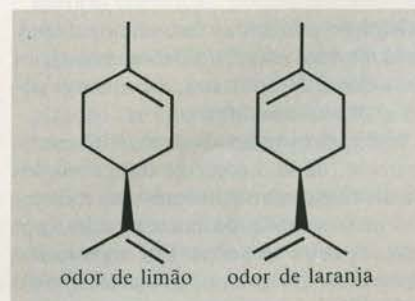
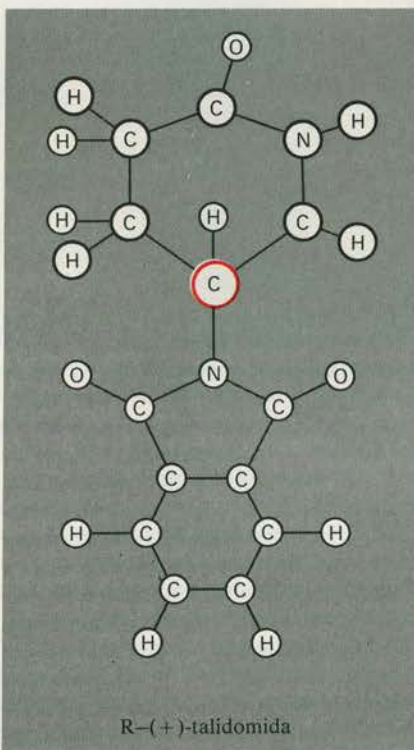


Fig. 6. As duas formas que o limoleno pode assumir, com seus diferentes odores.

REOQUÍMICA)

Mas é entre os feromônios que a estereoquímica desempenha um papel especialmente relevante. Em alguns casos, apenas um enantiômero é ativo — o outro, óptico, não tem ação biológica. Um desses casos é o feromônio de alarme da formiga *Atta texana*, cuja estrutura é mostrada na figura 7.

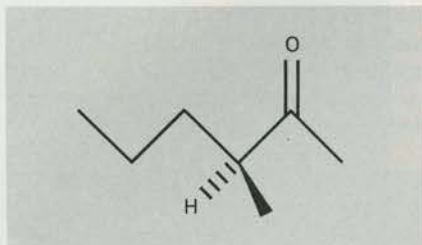


Fig. 7. Feromônio de alarme da formiga *Atta texana*.

Já em outros feromônios, a presença de pequena quantidade de outro enantiômero provoca acentuado efeito inibidor. Isto ocorre com o besouro-japonês (*Popillia japonica*), cujo olfato é excepcionalmente refinado. Seu feromônio sexual é constituído de um único componente que tem a estrutura do centro quiral (R), cuja estrutura natural e seu isômero são mostrados na figura 8.

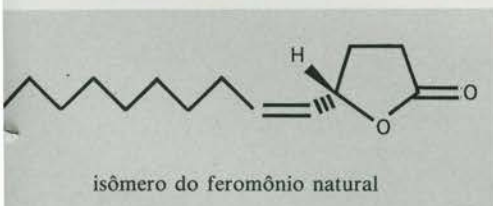
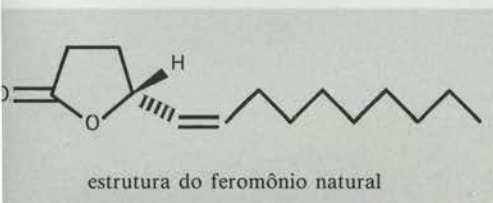


Fig. 8. Estrutura do feromônio natural do besouro-japonês e de seu isômero.

Quando se efetua a síntese desse feromônio na sua forma recêmica — isto é, com quantidades iguais dos dois isômeros ópticos, R e S —, a mistura não atrai nenhum macho. A atração só é exercida quando se sintetiza apenas o isômero R. A adição de pequena quantidade do outro isômero óptico ao componente ativo exerce forte efeito inibidor.

Uma vez obtido determinado feromônio sintético com a estrutura química correta, são ainda necessários estudos aprofundados para sua correta utilização no controle de insetos em plantios agrícolas. Entre outros, o desenvolvimento de um sistema apropriado para a liberação controlada do feromônio no campo, bem como de um modelo de armadilha para o aprisionamento do inseto-alvo são fatores essenciais para o sucesso da utilização dessa metodologia.

Até o momento, conhecem-se duas maneiras básicas de utilizar feromônios no controle de pragas. A primeira consiste em monitorar a população da praga por meio de feromônios sexuais, o que fornece elementos para se decidir quando e onde aplicar medidas de controle (que podem ser inseticidas convencionais). Esta técnica emprega armadilhas, na maioria das vezes adesivas, que contêm como atraente o feromônio sexual, o de agregação ou ambos, devidamente formulados e em quantidades diminutas (figura 9).



Fig. 9. Armadilha adesiva contendo feromônio sexual para captura de machos de mariposas.

Contagens sucessivas do número de insetos aprisionados nas armadilhas tornam possível estimar o local e a época em que a atividade dos insetos-praga será máxima e é com base nesses dados que se decide a medida de controle a ser adotada em seguida. As informações obtidas são de especial importância para adoção das práticas de manejo integrado de pragas, permitindo otimizar as aplicações de defensivos e minimizar as perdas.

As armadilhas são úteis também para a definição dos focos iniciais de infestações de pragas. A detecção precoce das pragas introduzidas na área pode permitir tanto eliminar uma nova infestação como evitar a sua disseminação. Assim, a movimenta-

ção do bicudo-do-algodoeiro do estado de São Paulo para Minas Gerais tem sido monitorada com sucesso por meio de armadilhas de feromônio.

Após ser atraído pelo rastro dos feromônios sintéticos, o inseto deve ser aprisionado. Para isso empregam-se materiais adesivos, água, eletrocução ou armadilhas sem saída. Se o feromônio sintético tiver algum componente que atraia um outro inseto que não o alvo, que pode ser inclusive benéfico, a adição de uma substância repelente para esse inseto específico pode eliminar o problema.

Na armadilha, além da superfície de retenção, merecem atenção o formato e sua disposição no campo, o que será determinado a partir de fatores associados aos hábitos de cada espécie de insetos (figura 10).

Outra aplicação dos feromônios é no controle direto da praga, com o objetivo de manter sua população em níveis inferiores aos que representam dano econômico. Isto pode ser feito por meio de duas técnicas: a 'coleta massal' e o 'confundimento'.



Fig. 10. Armadilha adesiva para a captura do bicho-do-fumo (*Lasioderma serricoris*). Ao centro, pastilha com o feromônio sexual e o de agregação, que atrai machos e fêmeas da espécie.



Fig. 11. Armadilha adesiva para captura da mosca-do-sorgo (*Contarinia sorghicola*) contendo o feromônio sexual natural. O que vemos é o resultado da coleta de uma manhã.

Em ambas, ao que se visa é a reduzir o número de acasalamentos, fazendo com que a população da praga se reduza a níveis tão baixos que nenhum ou muito pouco inseticida seja necessário para evitar danos.

Na coleta massal emprega-se o mesmo tipo de armadilha utilizado para o monitoramento, porém em número muito maior por hectare, de modo a remover da cultura um número expressivo de indivíduos. A eficácia do método depende de características da praga a ser controlada. Por exemplo, se for possível aprisionar as fêmeas antes que efetuem a postura, sua eficiência estará assegurada. No caso, porém, de apenas machos serem atraídos e capturados, se a proporção de indivíduos retirada da população não for elevada, uma diminuição efetiva na geração seguinte não será verificada (figura 11).

Exemplo notável de emprego de feromônio para coleta massal ocorreu na Noruega, no combate à broca-de-pinheiro (*Ips typographus*), praga em cujo combate, devido ao seu *modus vivendi*, os inseticidas convencionais têm pouca eficiência. Em 1978 e 1979, esse inseto foi responsável pela destruição de seis a sete milhões de pinheiros, o que levou o governo norueguês a criar um plano de emergência para controlá-lo com base no uso do feromônio em armadilha, visando à coleta massal. Aproximadamente 600 mil armadilhas foram distribuídas pelas florestas do país, do que resultou a captura de cerca de 2,9 bilhões de insetos. Não fosse essa providência, tal quantidade da praga destruiria por volta de 1,5 milhão de árvores.

Já a técnica do confundimento consiste em impregnar a atmosfera com o feromô-

nio sintético, a partir de inúmeros pontos emissores (figura 12). Como o inseto se orienta para o acasalamento através do feromônio emitido pelo seu parceiro sexual, a excessiva impregnação da atmosfera com tal feromônio impede que ele se oriente corretamente rumo a seu par. Evita-se, assim, a ocorrência de cópulas e, conseqüentemente, há uma diminuição das populações futuras da praga, até o ponto em que os prejuízos por ela causados sejam economicamente aceitáveis.

O método do confundimento foi o primeiro a ser utilizado comercialmente, com o feromônio da lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*), uma praga que afeta a cultura do algodão no mundo inteiro. Na Bolívia, a utilização desse método permitiu reduzir em 67% a quantidade do inse-

ticida convencional geralmente utilizado em algodoeiros. No Brasil, estão em andamento, no estado de São Paulo e no Nordeste, estudos voltados para a aplicação comercial desse feromônio na técnica do confundimento na lavoura de algodão.

Estudos mais recentes levantam, ainda, a possibilidade de, em vez de um feromônio sexual, pulverizar sobre a área infestada pela praga uma substância capaz de bloquear a recepção do feromônio natural pelas antenas dos indivíduos, ou mesmo mascarar a ação do feromônio liberado pela praga. Todas essas possibilidades visam a interromper o acasalamento da espécie-praga com a conseqüente redução numérica da geração seguinte de insetos. A idéia é eliminar essa geração futura, sem com isto agredir o meio ambiente.

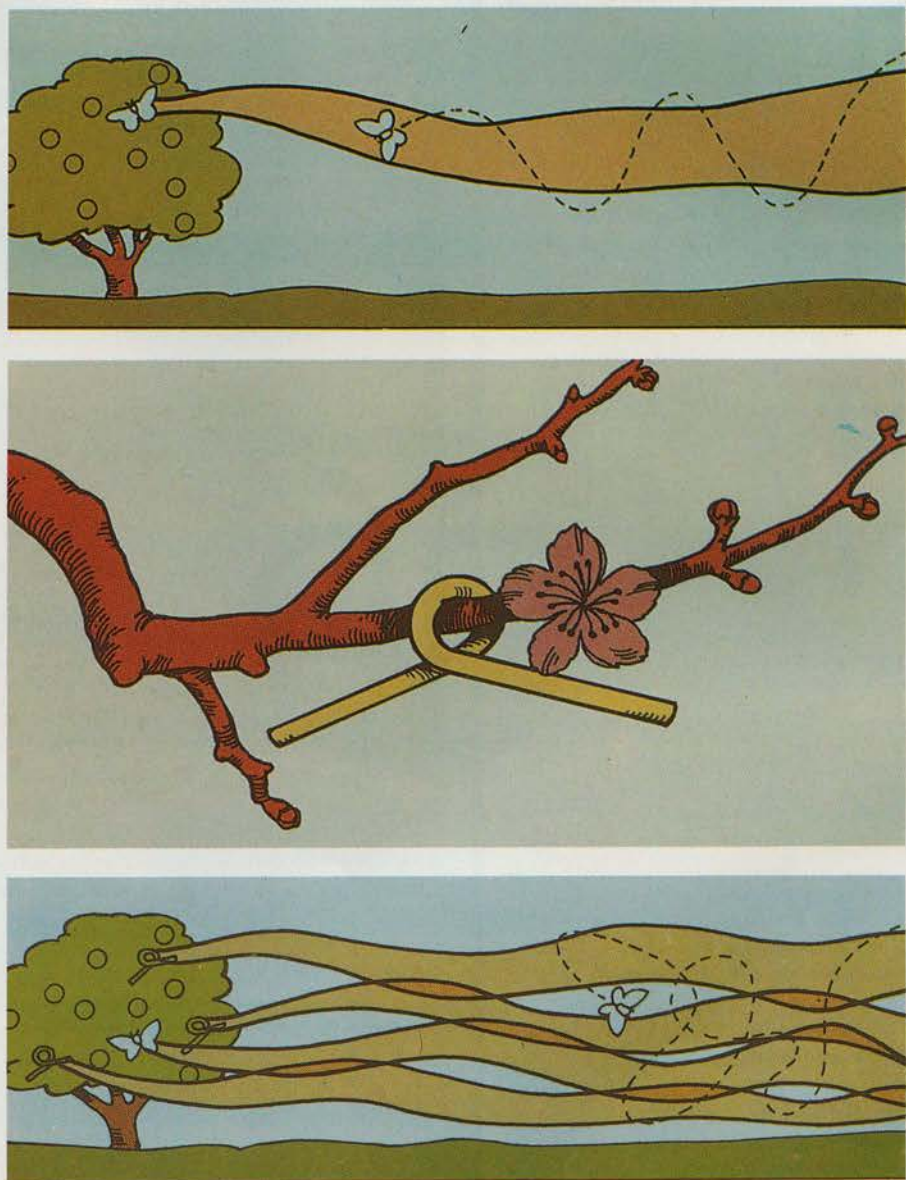


Fig. 12. A seqüência mostra a orientação do macho por meio do feromônio liberado por uma fêmea pousada numa árvore; adição de tiras plásticas liberadoras de feromônio sintético da praga; e desorientação diante de inúmeros rastros de feromônio, impedindo o acasalamento e provocando a interrupção do crescimento populacional da praga.

ilustrações cedidas pelos autores

A utilização dos feromônios para controle de pragas no Brasil é muito recente, tendo se iniciado com material cuja identificação, síntese e formulação foram efetuadas no exterior, para emprego contra pragas de ampla distribuição mundial. A figura 13 mostra os produtos à base de feromônios já em uso ou a serem proximamente usados no país.

As primeiras experiências de desenvolvimento de feromônios, incluindo extração, isolamento, identificação e aplicação no campo, no Brasil, tiveram lugar na Universidade de Viçosa, onde, com os professores João Sabino de Oliveira e Terezinha M. C. Della Lucia, temos trabalhado com feromônios de formigas-cortadeiras, pragas polífagas comuns na América Latina.

Mais recentemente, através de uma conjugação de esforços dos grupos de pesquisa em feromônios das Universidades Federais de Viçosa (UFV) e São Carlos (UFSCar), liderados por nós, temos desenvolvido trabalhos que visam à aplicação prática de feromônios no controle de pragas nas culturas do milho, da soja e do tomate, em colaboração com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), através dos seguintes Centros Nacionais de Pesquisa: do Milho, de Soja, de Pesquisa de Defesa da Agricultura e de Recursos Ge-

FEROMÔNIOS EM TESTE NO BRASIL

Insetos e ácaros	Equipe	Trabalho desenvolvido			
Lagarta-do-cartucho-do-milho <i>Spodoptera frugiperda</i>	UFV/UFSCar				
Lagarta-rosca <i>Agrotis ipsilon</i>	UFV/UFSCar Fersol				
Lagarta-elasmô <i>Elasmopalpus lignosellus</i>	UFV/UFSCar CNPMS/Embrapa				
Lagarta-parda-dos-eucaliptais <i>Thyrinteina arnobia</i>	UFV				
Mosca doméstica <i>Musca domestica</i>	UFV/UFSCar				
Formiga saúva <i>Atta spp</i>	UFV				
Formiga quenquém <i>Aceromyrmex spp</i>	UFV				
Broca-da-cana-de-açúcar <i>Diatrea saccharalis</i>	Copersucar				
Mariposa-oriental <i>Grapholita molesta</i>	UFSCar Empasc				
Bicho-do-fumo <i>Lasioderma serricornis</i>	Unicamp				
Ácaro rajado <i>Tetranychus urticae</i>	Esalq/USP Unesp/Jaboticabal				

Fig. 14. Relação dos feromônios atualmente em estudo nas seguintes instituições: Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Fersol, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Conselho Nacional de Pesquisa do Milho e da Soja (CNPMS), Copersucar, Empasc (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Universidade de São Paulo (Esalq-USP) e Universidade Estadual de São Paulo-Jaboticabal (Unesp-Jaboticabal). As cores indicam o trabalho desenvolvido pelas diversas instituições ou equipes: síntese (verde), testes em campo (vermelho), estudos em laboratório (laranja), extração e isolamento (roxo), identificação (azul).

FEROMÔNIOS EM USO NO BRASIL

Feromônio	Ação	Praga	Emprego
Muscalure e Moscamone	sexual	mosca doméstica	iscas envenenadas
Gossyplure	sexual	lagarta-rosada-do-algodoeiro	armadilhas (1) e fibras (2)
Grandlure	sexual e de agregação	bicudo-do-algodoeiro	armadilhas (1)
Serricornin	sexual e de agregação	bicho-do-fumo	armadilhas (3)

(1) monitoramento

(2) confinamento

(3) monitoramento e coleta massal

Fig. 13. Estes produtos à base de feromônio já estão ou estarão proximamente em uso no país.

néticos e Biotecnologia. A figura 14 ilustra os feromônios que estão sendo testados pela cooperação UFV/UFSCar e por outras equipes brasileiras.

Por se tratar de assunto ainda recente em todo o mundo, a despeito do grande número de trabalhos produzidos a partir de 1970, é de esperar que novas possibilidades de emprego dos feromônios venham a surgir. Tem-se como possível, nos próximos anos, a utilização de feromônios para inibir a postura das moscas-das-frutas, além de feromônios de alarme/dispersão de ácaros e de pulgões (afídeos), o que, aplicado juntamente com os inseticidas, aumentaria a eficiência do controle dessas pragas, ao promover a movimentação e a

conseqüente exposição aos inseticidas dos indivíduos abrigados.

Com relação às possibilidades de aplicação significativa dos feromônios na agricultura nacional, é importante salientar que isto dependerá da capacidade que venha a ter nossa agricultura de se modernizar, atendendo inclusive aos reclamos da sociedade contra o uso maciço de substâncias agressivas aos ecossistemas.

Sendo atóxicos — já pelas quantidades empregadas, já por sua rápida degradação no ambiente —, os feromônios poderão desempenhar um importante papel no concerto de métodos que integram o manejo integrado de pragas, como já acontece em várias partes do mundo.

Os obstáculos ao seu emprego incluem o longo período de tempo demandado pelas pesquisas para a identificação, síntese e testes biológicos dessas substâncias e o custo elevado dos ensaios demonstrativos de sua eficiência. A sua especificidade e as pequenas quantidades requeridas apresentam-se, por outro lado, como qualidades vantajosas, principalmente do ponto de vista da preservação do ambiente. Essas virtudes têm, porém, uma contrapartida: a necessidade de um produto diferente para cada praga, além de procedimentos para se lidar com microquantidades — características que absolutamente não são do agrado da atual indústria de defensivos agrícolas. Um outro problema é o do registro dos produtos para uso. Espera-se que se torne mais simples, a exemplo do que vem ocorrendo no Primeiro Mundo.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- VILELA E. F. e DELLA LUCIA T. C. M., *Feromônios de insetos, biologia, química e emprego no manejo de pragas*. Viçosa, Viçosa Imprensa Universitária, UFV, 1987.
- HUMMEL H. E. e MILLER T. A. (orgs.), *Techniques in pheromone research*, Nova Iorque, Springer-Verlag, 1984.
- MASON S. 'The left hand of nature', *New Scientist*, 19 de fevereiro de 1984.

O criador de borboletas Herbert Miers teve um inesperado encontro com a sorte, anos atrás. Caminhava pela mata, no interior de Santa Catarina, quando notou uma borboleta fêmea, da espécie

Agrias claudina claudianus, em pleno ato de botar ovos numa pequena árvore. Cuidadosamente, capturou aquele exemplar raro e o transportou para seu viveiro particular. Consultou livros, que identificavam a árvore como sendo

Quiina glaziovii e iniciou, orgulhoso, sua criação de borboletas Agrias em cativeiro, observando-lhes os hábitos, acompanhando as transformações de suas lagartas. Este incrível golpe de sorte, no entanto, teria sido inútil se Herbert Miers não soubesse que são escassas as informações seguras sobre os hábitos alimentares das várias espécies nos trabalhos especializados. É neste momento que se percebem quantas dessas raríssimas ocasiões foram perdidas até que as informações para se iniciar uma criação em cativeiro estivessem reunidas por pesquisadores. O primeiro problema costuma ser: como alimentá-las?

Foi também caminhando, numa fazenda no norte de Mato Grosso, que Eurides Furtado surpreendeu uma fêmea Agrias amydon ferdinandi pondo ovos numa árvore. Ciente dos inúmeros obstáculos que poderiam roubar-lhe a sorte súbita, Furtado capturou a presa e se apressou em marcar a árvore em que o inseto havia pousado.

Só assim foi possível saber que entre as preferências alimentares das lagartas de Agrias está uma planta de nome Erythroxylum anguifugum.

Criar borboletas em cativeiro é um ofício que depende do acúmulo vagaroso de muitas informações, pequenos detalhes que fazem a diferença entre a vida e a morte.

Jorge Kesselring

Colaborador de *Ciência Hoje*

foto Jorge Kesselring

Agrias, a rainha





Este é um exemplar macho de *Agrias amydon pericles* f. 'eberti', repousando num tronco de árvore. A borboleta *Agrias*, encontrada em Pernambuco, é chamada de 'rainha' pela gama de combinações de cores que apresenta, com variações infinitesimais de um exemplar para o outro.

ma das borboletas

Para se ter uma idéia de quanto foram afortunados os dois pesquisadores, é preciso conhecer um tanto da vida das borboletas.

Entre as três mil espécies existentes no Brasil, encontram-se apenas quatro do gênero *Agrias*, da grande família dos Nymphalidae. Estas borboletas se destacam não só pela beleza e raridade, mas sobretudo por sua incrível capacidade de modificar a aparência, de acordo com o ambiente em que vivem. As borboletas *Agrias* formam inúmeras variações em função do clima, da composição do solo, das plantas que servem de alimento para suas larvas e muitos outros fatores. Por causa dessa alta suscetibilidade às influências do meio, surgem formas locais e regionais em número bem maior do que em outros gêneros de borboletas. Quase todo afluente do rio Amazonas apresenta uma variedade de *Agrias*, sem falar das variações dos afluentes de afluentes.

Sempre se pode recorrer a algumas obras clássicas de referência, para se fazer a identificação de um exemplar capturado. O professor alemão Adalbert Seitz, na sua obra monumental *Os Lepidópteros do mundo*, volume V (1924), menciona sete espécies básicas e mostra ilustrações de 38 espécies e subespécies de *Agrias*. Desde então, já foram descobertas e descritas mui-

tas variações e formas adicionais. Em 1961, o dr. Pierre Rébillard publicou uma *Révision systématique des lépidoptères nymphalides du genre Agrias* na série científica *Mémoires du Musée National d'Histoire Naturelle de Paris*, que indica apenas quatro espécies básicas (ou coletivas), mas enumera nada menos do que 400 subespécies, variações e formas diferentes. E o que é pior: grande parte dos nomes usados para batizar estas subespécies são de valor bastante duvidoso. Há casos em que se criou um nome para batizar um único exemplar, sem qualquer outro similar conhecido, que talvez não passasse de uma variação ou aberração individual.

A obra de referência mais recente sobre as *Agrias* foi publicada em 1983 pela *Sciences naturelles*, na cidade francesa de Compiègne. Trata-se de *The genus Agrias, a taxonomic and illustrated guide*. Mas ainda que contenha algumas espécies recém-descobertas, este trabalho, escrito e magnificamente ilustrado por Paul E. Barselou, se revela por demais prisioneiro dos modelos de classificação usados, nos anos 60, por Pierre Rébillard.

Mesmo com toda esta literatura especializada à mão, continua muito difícil classificar exemplares encontrados na mata de forma precisa, determinando sua espécie e subespécie, devido às múltiplas diferenças

de um indivíduo para o outro. A fim de se estabelecer uma classificação exata, seria necessário fazer criações de borboletas em cativeiro. E não apenas isto: seria preciso também trabalhar com populações altamente variáveis, para que se tivesse uma noção ligeiramente aproximada do que ocorre em regiões vastas, inexploradas, como a Amazônia. Só um criador muito experiente, morando em habitats naturalmente favoráveis às borboletas, como Itaituba (Pará) ou Tefé (Amazonas), poderia ambicionar uma tal criação; e, assim, realizar o sonho maior de descobrir se os descendentes de uma única fêmea são todos iguais à mãe, ou se mostram variações que até então haviam sido indevidamente descritas com nomes próprios, como espécies ou subespécies novas. Raríssimos foram os cientistas que já realizaram experiências nestas condições.

Um destes casos, felizmente, já aconteceu no Brasil. Keith Brown Jr. e Woodruff Benson, da Universidade de Campinas (SP), tiveram o privilégio de fazer uma experiência deste tipo com borboletas variáveis da tribo Heliconiini, em colaboração com os geneticistas ingleses P.M. Sheppard e J.R.G. Turner. Bem-sucedidos no projeto de conseguir a procriação em cativeiro, os quatro acabaram provando cientificamente que certas espécies até então consideradas extintas nada mais eram do que formas extremas ou recombinantes genéticas de uma mesma espécie. Pena que, no caso de *Agrias*, um projeto destes é mais fácil de se imaginar do que de se executar.

O primeiro obstáculo é a extrema raridade destas borboletas, sobretudo as fêmeas em ponto de postura de ovos. Além disto, muitas espécies de *Agrias* ocorrem somente em regiões de difícil acesso, muito distantes, bem no meio de densas florestas. No Brasil, onde a prática do desmatamento é generalizada e ainda sem controle, o pesquisador corre o risco adicional de encontrar um trecho de floresta anteriormente estudado já destruído, transformado numa pastagem de gado ou num deserto de areia ou argila petrificada, cercado de troncos de árvores carbonizados.

Como se tudo isto não fosse o bastante, resta um obstáculo dos mais ardilosos à espera de um abnegado pesquisador: o problema das plantas de alimentação das lagartas. Borboletas de espécies diferentes se alimentam de plantas diferentes. Na maioria dos casos, os hábitos de alimentação são ainda desconhecidos para os cientistas. Já se mencionou aqui o incrível golpe de sorte que permitiu a Eurides Furtado a descoberta de que entre as preferências alimentares das *Agrias* está uma planta de nome *Erythroxylum anguifugum*. Somente porque estava atento à oportunidade excepcional que tinha ao seu alcance, Eurides pôde



Viveiro para a criação de *Agrias*, armado em volta de um arbusto de *Erythroxylum*, planta que está entre as preferências alimentares das lagartas deste gênero.

empreender uma criação 'ex ova' de relativo sucesso, depois de muitas perdas, e descreveu minuciosamente sua experiência na *Revista brasileira de entomologia*, volume 28, de 31.10.1984, sob o título *Biologia de Agrias amydon ferdinandi* Fruhstorfer (Nymphalidae — Charaxinae). O termo *Fruhstorfer* homenageia o pesquisador que primeiro descreveu a *Agrias amydon ferdinandi*.

A borboleta *Agrias amydon* teve provavelmente sua origem nas florestas a leste dos Andes, no período em que existia o grande mar amazônico de água doce, há milhões de anos atrás. Quando as águas baixaram, aos poucos, com as graduais mudanças tectônicas e de clima, as florestas avançaram, ocupando a bacia amazônica e tomando a feição que agora conhecemos. As partes da floresta situadas em terras mais altas, que correspondem nos dias de hoje a grande parte dos estados de Goiás e Mato Grosso, passaram a conviver com um clima mais seco, transformando-se, lentamente, em áreas de cerrado. Restaram, porém, em muitos lugares, bolsões que mantiveram intacta a conformação da antiga floresta, transformando-se em verdadeiras relíquias da fauna e da flora destas priscas eras.

Com o avanço da floresta foi acompanhado pelos animais, e entre eles dezenas de milhares de espécies de insetos. As *Agrias*, muito lentamente, foram ocupando outras regiões, adaptando-se a diferentes condições de vida, sempre formando novas variações. De tal forma que, hoje, o território de distribuição da *Agrias amydon* começa na região sul do México (onde se encontra a *Agrias amydon oaxacata*), desce pela América Central e pelo norte da Colômbia, e se estende até as encostas dos Andes, no Peru e na Bolívia (onde voam a *Agrias amydon bogotana*, a *A.a. cyanomaculata*, a *A.a. peruana*, a *A.a. tryphon*, a *A.a. boliviensis*, a *A.a. steinbachi*). Existem várias subespécies de *Agrias amydon* na Amazônia, em Mato Grosso, em Goiás, Espírito Santo e Bahia. A fronteira oriental do território ocupado por esta espécie chega a Pernambuco. As outras espécies de *Agrias* — *A. claudia*, *A. aedon* e *A. beata* — convivem no mesmo território com a *Agrias amydon*, formando uma riqueza esbocista de variações e formas.

São raros os pesquisadores que já tiveram o privilégio de observar estas jóias da natureza no seu ambiente natural das grandes florestas, ou nos enclaves em meio ao cerrado. Elas voam, no curso de sua curtíssima vida, apenas algumas poucas semanas, geralmente em três épocas diferentes do ano. Estas borboletas nunca visitam flores e rara vez se aproximam do solo. Voam



Um exemplar de *Agrias 'eberti'* suga uma isca de banana, preparada com uma mistura de caldo de cana fermentado e aguardente (cachaça). A isca pode ser o começo de uma criação em cativeiro.

somente nos dias quentes e ensolarados, por volta do meio-dia. A esta hora, sobrevoam seu domínio entre as árvores, em alturas que variam entre cinco e 20 metros. Alimentam-se de certas frutas fermentadas, da seiva de determinadas árvores, e mesmo de excrementos e carniça. Bebem a água da chuva e do orvalho.

A observação destes pequenos seres só é possível com o emprego de iscas especiais, como algumas de suas frutas preferidas: mangas, jacas, goiabas, sempre em estado de fermentação. Também servem cascas de abacaxi. Uma ótima isca é preparar gros-

sas rodela de bananas, mergulhando-as durante alguns dias em caldo de cana azedado, com uma boa dose de cachaça, para tornar o petisco bem cheiroso. Espetando estas iscas ao longo de caminhos e picadas na selva, em galhos desnudados, a uma altura de dois e três metros acima do solo, além das *Agrias*, pode-se atrair grande número de outras espécies de borboletas e alguns coleópteros (besouros) e dípteros (moscas).

A maioria das borboletas pertence às subfamílias Charaxinae (inclusive as *Agrias*) e Nymphalinae. Mas também é possível en-



contrar alguns grandes *Morphos* azuis, ou ainda enormes *Caligos*, com seus 'olhos de coruja' na face inferior de suas asas traseiras. Entre os freqüentadores mais assíduos das iscas está a grande borboleta marrom e preta, muito arisca, conhecida pelo nome de *Historis odius* (Fabricius, 1775). Não estranhem o nome, pois ela bem o merece: é o ódio dos estudiosos de borboletas. É sempre a primeira a fugir quando o naturalista se aproxima e leva com ela as outras borboletas. Muitas vezes, quando está sozinha numa isca, não deixa as outras se aproximarem para saciar o apetite, expulsando-as com um rápido bater de asas.

Estas iscas, às vezes, atraem algumas espécies de *Prepona*. Trata-se de uma borboleta grande e robusta, de asas pretas ornamentadas, com uma faixa de azul brilhante. O gênero *Prepona* é muito próximo ao *Agrias*. Alguns especialistas consideram *Agrias* como apenas subgênero da *Prepona*. O comportamento dos adultos destes dois gêneros, porém, é algo diferente. Há semelhanças nas primeiras fases da vida larval. As *Prepona*, muito mais numerosas do que as *Agrias*, voam praticamente durante o ano todo, bem cedo, pela manhã, e não se recolhem nos dias nublados.

O voo das *Prepona* é extremamente selvagem, com alguns 'mergulhos' e evoluções em clareiras, nas orlas das matas ou ao longo das trilhas. Como as borboletas *Agrias*, elas têm o seu território bem definido, e rara vez o abandonam. Costumam 'patrulhar' este território num vaivém constante, sentando-se de vez em quando na ponta de uma folha ou num tronco de árvore, sempre de cabeça para baixo, observando o ambiente. Em seguida, repetem o

Acima uma *Historis odius*, num tronco de bananeira. Ao lado, a larva adulta da mesma borboleta, sobre uma folha de *Cecropia* (embaúba), a sua planta de alimentação. Abaixo, ainda a *Historis odius*, sob a forma de crisálida, pendurada num galho.



vôo de 'patrulhamento' e voltam ao mesmo ponto de observação.

O voo das *Agrias*, em comparação, é muito mais calmo, sem 'mergulhos', embora seja também bastante rápido. As borboletas *Agrias* gostam de ficar sentadas horas a fio numa folha ou num tronco, e compartilham com as *Prepona* o costume de deixar as asas

meio abertas durante alguns minutos. Ambas são bastante cautelosas nos momentos que antecedem o pouso numa isca. Executam rodeios, e até vôos rasantes, certificando-se da ausência de eventuais perigos. Somente depois destes cuidados, pousam gostosamente no petisco, sugando, ávidas, o líquido alcoólico.

O gênero *Prepona* conta com 26 espécies e algumas dúzias de subespécies geográficas, segundo o livro do professor Adalbert Seitz. Estas espécies são quase todas bastante estáveis, com poucas variações, e não causam grandes problemas na sua determinação. O ciclo de vida é muito parecido com o das *Agrias*, assim como o aspecto das larvas e das crisálidas. Já as larvas e crisálidas de sua competidora nas iscas, a *Historis odius*, mostram que pertencem a um grupo bem distante das *Prepona*, dentro da família Nymphalidae.

Na década de 1950, Heinz Ebert, então catedrático de geologia na Universidade Federal de Pernambuco e apaixonado estudioso dos lepidópteros, descobriu, na região de São Lourenço da Mata, uma área povoada pelo *Morpho menelaus* (que mais tarde foi descrito por Heinz Fischer, em Augsburg, Alemanha, como *Morpho menelaus eberti*). E ainda localizou, na grande mata pertencente à usina de açúcar de Tijuá, um território habitado por um outro exemplar do gênero *Agrias*, a *Agrias*

amydon pericles. Não pôde, no entanto, dedicar-se à pesquisa de campo nestas regiões, porque aceitou um posto de professor na Universidade de Rio Claro, no interior de São Paulo, onde veio a falecer algum tempo depois. Foi por força do incentivo deste brilhante pesquisador que eu me interessei em estudar as borboletas que habitam a mata de Tijuá.

Foi também por conta do ofício de estudioso de borboletas que eu me deparei com o maior obstáculo de todos à pesquisa. Em 1971, os donos da usina começaram

fotos Jorge Kesselring



No alto, duas larvas adultas de *Prepona demophon*, uma delas já com a cor verde de pré-pupa. Acima, à esquerda, uma larva adulta de *Prepona* em posição de defesa. Acima, à direita, a mesma larva, vista de lado, com a cabeça chifrada, como se fosse uma cabeça de cobra.



Em 12 dias, sem alimentação, a crisálida de *Agrias 'eberti'*...



... gesta lentamente as cores fortes que formarão as suas asas...



... e começa a eclosão que a transformará numa borboleta.

Ciclo de vida

Os ovos da *Agrias amydon pericles* 'eberti' são redondos, de um branco brilhante, e medem dois milímetros de diâmetro. As larvas eclodem por volta do sétimo ou do oitavo dia. Devoram primeiro a casca do ovo e andam pela folha. Invariavelmente, elas acabam se fixando, depois de algumas horas, na ponta da folha. Começam a comer pouco a pouco, expondo, neste processo, a nervura principal da folha. Acontece, então, uma coisa bem curiosa: a lagartinha não deixa cair as primeiras bolinhas de excremento que produz, mas, ao contrário, apanha-as com as mandíbulas e as cola na ponta da nervura exposta da folha, uma boli-

nha em cima da outra, até se formar uma espécie de fio, reforçado com seda. Este fio prolongado é que vai servir, dali para adiante, como o seu pouso preferido, para onde a larva sempre retorna, depois de se alimentar. A nervura exposta, assim trabalhada, se torna cada vez mais longa e, a partir do terceiro ou do quarto dia, vai sendo ornamentada com minúsculos pedaços de folha seca, como se fosse uma roupa pendurada num arame. Talvez este artifício sirva para camuflar o repouso da lagartinha, que pode estar na ponta da folha ou perto dela.

A cor da pequena larva é marrom-claro, sem marcação visível. Depois de cer-

ca de oito dias, a larva muda a pele pela primeira vez. A cor, no entanto, permanece a mesma. Na cabeça em forma piramidal, aparece um pequeno chifre e o corpo termina em duas pontas. Esta é a primeira fase. Em seguida, há um segundo estágio que dura cerca de 12 dias, depois dos quais ocorre a segunda mudança de pele. Começa então a terceira fase, de cerca de 15 dias, quando a larva chega a medir entre 11 e 15 milímetros. Neste período, muitas abandonam o seu fio de pouso e preferem se fixar numa folha ou num galho, ornado com um pequeno tapete de seda feito por elas. Ao cabo deste tempo, mudam de pele outra vez e no

a executar um plano de expansão da área cultivada com a cana-de-açúcar que, naturalmente, levaria à destruição quase total daquela preciosa mata, a mais rica em insetos de todo o Nordeste brasileiro. Apenas à custa de uma intensa mobilização de pesquisadores de todo o país, e de um veemente apelo ao professor Paulo Nogueira Neto, então secretário especial do meio ambiente, foi possível um acordo com os usineiros para salvar, senão toda, pelo menos uma parte da mata e de sua fauna. O que restou, porém, permanece sob o assédio predatório dos moradores das vizinhanças.

A nova *Agrias* da região de Tiúma só foi encontrada em grande número a partir de 1972. Chegou a ser descrita pelo professor Henri Descimon, na revista *Alexandria* VIII (1974), com o nome de *Agrias amydon pericles* f. 'eberti'. A expressão f. (form) 'eberti' foi adicionada ao nome da variedade que voa em Tiúma, em homenagem ao descobridor Heinz Ebert, pelo professor

Henry Descimon. Nos exemplares típicos do gênero, a ponta das asas dianteiras, apical ao grande campo encarnado-carmesim, é completamente preta, à exceção de três pontinhos alongados amarelo-claro. Nesta região, porém, apareceram alguns poucos exemplares com uma fraca mancha azul-claro no ápice, entre eles uma única fêmea. À época da descoberta destes exemplares, no entanto, ainda não havia informação segura quanto à planta hospedeira preferida pelo gênero, de modo que tentar uma criação era uma empreitada impossível. Por isto, não pude fazer uma experiência para comprovar se os indivíduos que apresentavam a mancha azul-claro eram somente variações isoladas ou se configuravam formas genéticas estabelecidas. Os exemplares que possuíam mancha azul chegaram ao conhecimento do professor Henri Descimon, que os descreveu com o nome de *Agrias amydon pericles* f. 'eberti' morpho kesselringi. O professor Descimon teve a

gentileza de incluir meu nome por causa da minha descoberta desta forma com azul na ponta das asas dianteiras.

O ano de 1972 foi notável também pelo registro, absolutamente inesperado, de duas fêmeas de *Agrias claudina*, na mata de Tiúma. Pelo visto, aquela região era mesmo bastante favorável às espécies do gênero *Agrias*. Por isto, depois de conhecer bem o interior desta mata, resolvi tentar a criação em cativeiro da *Amydon pericles* f. 'eberti', com base nas informações de Eurides Furtado (ver 'Ciclo de vida'). Procurei, então, nas matas de Tiúma e nas vizinhanças de João Pessoa, plantas de alimentação do gênero *Erythroxylum*. Em Tiúma, havia uma espécie de folhas grandes, parecida com *anguifungum* ou *pulchra*. Segundo o professor Luiz Soledade Otero, do Museu Nacional da UFRJ, esta planta é conhecida pelo nome popular de 'arco de pipa' e usada por diversas espécies de *Morpho* como planta hospedeira.



A *Agrias* se agita e começa a se livrar de sua antiga forma...



... deixando a crisálida vazia, aprendendo a se movimentar...



... até secar o corpo, firmar as asas e fazer seu primeiro voo.

quarto estágio, que dura 16 dias, passam a medir entre 20 e 22 mm. A esta altura, as larvas ainda são de um marrom-claro, com um chifre e duas longas pontas nas extremidades do corpo. Aparecem algumas marcações esverdeadas, atrás da cabeça, e uma pequena verruga de cada lado do quinto segmento. Nesta fase, chegam a medir entre 33 e 40 mm.

No seu quinto e último estágio, que dura em geral entre 17 e 18 dias, as larvas se afastam de suas pousadas somente para se alimentar. Mas já procuram alimento a uma boa distância, empreendendo longas caminhadas no arbusto que lhes serve de hospedeiro. No viveiro, podem se instalar, indiferentemente, nas duas espécies de *Erythroxylum*. Seu tamanho chega a 63 ou 65 milímetros. Nos últimos três dias desta fase larval, a cor vai mudan-

do, lentamente, do marrom-claro para um verde sujo. É quando as larvas param de se alimentar, preparam uma confortável almofadinha de seda num galho ou na ponta de uma folha, e se transformam em 'pré-pupas' durante um dia inteiro. Ficam penduradas, pela extremidade do abdome, num estado entre larva e crisálida. Por fim se desfazem desta pele pela última vez e iniciam sua vida de pupa ou crisálida, cor de esmeralda, com pontinhos brancos no dorso e duas grandes manchas de cor ferruginosa-claras, que ficam sobre os estojos (estojos são as partes da crisálida onde se pode ver claramente o contorno das futuras asas da borboleta). A eclosão da borboleta ocorre em 12 ou 13 dias, em geral entre as nove horas e o meio-dia. Neste ponto, as *Agrias* são bem diferentes das *Prepona*, que sempre nas-

cem na alta madrugada, entre quatro e cinco horas.

A primeira época de voo na mata de Tiúma se situa em fins de janeiro e em fevereiro, quando há um pequeno pico de frequência de borboletas, no meio do verão nordestino, quente e seco, com pouquíssimos exemplares à vista. A segunda e a melhor época fica entre junho e julho, durante as chuvas, quando se dá o maior pico de voo dos insetos da região. O maior obstáculo para quem quer observar as borboletas *Agrias* neste período é acertar um dia de sol no meio de tanta chuva. E, por fim, a terceira época do ano é o mês de outubro, até o começo de novembro, com o tempo se tornando progressivamente mais seco. A esta altura, os descendentes das gerações de junho e julho já estarão voando.

Havia, aliás, esta mesma espécie de *Erythroxylum* na mata do Buraquinho, perto de João Pessoa.

Também nas grandes matas paraibanas de Gargaú, Livramento e Aldeia, no outro lado do rio Sanhauá, encontrei esta espécie. Mas não apenas esta: lá havia, ainda em maior abundância, uma espécie de arbustos de folhas pequenas, chamada *Erythroxylum simonis plowman*, sendo Plowman a referência ao pesquisador que primeiro descreveu esta espécie. A numerosa presença destes arbustos explica, por sinal, a grande quantidade de *Morpho menelaus* voando por aquelas matas. As larvas desta borboleta, que exibe na sua forma final um azul metálico magnífico, têm estes arbustos como sua principal fonte de alimentos.

A partir de 1983, fiz diversas experiências de criação da *Agrias amydon* 'eberti', com ovos obtidos de fêmeas típicas, capturadas em Tiúma com iscas de banana.

Minha primeira tentativa de criar a *Agrias* pernambucana resultou em somente quatro larvas adultas, de 11 ovos iniciais. Todas as larvas transformaram-se em crisálidas, mas nenhuma borboleta nasceu. Evidentemente, eu havia feito algo errado. Percebi, então, que criar *Agrias* em recipientes plásticos, ou de vidro, mesmo com todo o cuidado, e com folhas novas a cada dia, não era o procedimento indicado.

A primeira providência para ter uma criação dessas borboletas em cativeiro foi plantar exemplares das duas espécies de *Erythroxylum* no jardim, em locais cuidadosamente selecionados, recebendo um pouco do sol da manhã e da tarde. O importante é que nas horas mais quentes do dia estes locais estejam à sombra. É preciso esperar alguns anos, até que os arbustos atinjam pelo menos um metro e meio de altura, o necessário para se iniciar o trabalho. Em seguida, é preciso montar um pequeno viveiro, com arame e filó, ao re-

dor destes arbustos de *Erythroxylum simonis*, e da espécie de *Erythroxylum* ainda não determinada, de folhas maiores. Plantei as duas espécies para fazer minha experiência de criação sem problemas. Consegui, então, capturar duas fêmeas já velhas, em Tiúma, e alimentei-as, neste viveiro, diariamente, com cascas de abacaxi ou manga fermentadas. Elas passavam quase o dia inteiro sugando estas cascas. Perto do meio-dia, elas se animavam a voar rapidamente ao redor dos arbustos. Uma das duas morreu no terceiro dia, mas a outra sobreviveu semanas. No oitavo dia, o exemplar sobrevivente pôs um ovo, na parte inferior de uma folha de *E. simonis*. Nos dias seguintes, mais dez ovos apareceram nas duas espécies de *Erythroxylum*, tanto nas superfícies expostas quanto nos lados inferiores das folhas. Com estes 11 ovos, fiz a primeira tentativa de criação.

Nos primeiros dias, houve muitas perdas de lagartinhas, por causa das formigas,



Acima, uma *Agrias amydon pericles* f. 'eberti', com cinco dias. Abaixo, a larva quase adulta, com 68 dias, sobre um galho de sua planta de alimentação, a *Erythroxylum*. Ao lado, a mesma larva, com 71 dias, já sob a forma de pré-pupa, pronta para a transformação em crisálida.



fotos Jorge Kesselring



mas, por fim, obtive adultos na maioria saudáveis e perfeitos. Neste viveiro, cheguei a trabalhar com 15 fêmeas, muitas já bastante velhas, que já tinham posto muitos de seus ovos na mata. Mesmo assim, o total de adultos obtido em viveiro chegou perto de cem.

Mas ainda restava um problema. Nenhum dos exemplares que nasceu no cativado apresentava qualquer mancha azul no ápice. Em julho de 1987, porém, apareceu um macho levemente azulado, indicando que esta linhagem ainda estava presente na espécie. Apenas por isto, no momento atual, mantenho intacta a esperança de, afinal, conseguir uma criação experimental com esta variação azulada. Para tanto, é preciso criar um grupo de larvas descendentes

de uma fêmea azulada, a fim de verificar se as borboletas que resultarem também exibem a mancha azul no ápice. Este é o resultado que espero há tantos anos: obter uma fêmea de *Agrias* com esta mancha azul, em condições de botar ovos.

Quem já parou um instante a fim de observar os movimentos de uma borboleta sabe o quanto são frágeis e vulneráveis estes pequenos insetos e que infinita beleza exibem. Pois bem: não seria exagero dizer que, entre as borboletas, as *Agrias* merecem o título de rainhas. É quase ilimitada a gama de combinações de cores, de tonalidades infinitesimais, que elas atingem. E para os naturalistas são os mais fascinantes objetos de estudo, pelos seus hábitos peculiares e pelos enigmas de sua evolução

que ainda permanecem irresolvidos. E é exatamente esta borboleta, a rainha de todas as borboletas, que em muitas regiões, como no Nordeste, está ameaçada de extinção. Não por causa dos colecionadores ou dos naturalistas curiosos. Mas por conta da incessante destruição de áreas inteiras de matas e florestas, pelo uso indiscriminado das queimadas, que não exterminam apenas a flora, mas sobretudo a fauna riquíssima que se abriga nestas áreas. Uma fauna ainda tão pouco estudada... Os movimentos belos e frágeis das borboletas se tornam mais raros, a cada pedaço de floresta ou de mata virgem que cede à ação predatória dos homens. S.O.S. Mata Atlântica, S.O.S. Amazônia.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BARSELOU PAUL E., *The genus Agrias, a taxonomic and illustrated guide*. Compiegne, Sciences Nat, s/d.
- BATES HENRY WALTER, *O naturalista no rio Amazonas*. Rio de Janeiro, Cia. Editora Nacional, 1944.
- DORST JEAN, *Antes que a natureza morra*. Tradução de Rita Buongiorno. São Paulo, Editora Edgar Bluecher, 1973.
- OTERO LUIZ SOLEDADE, *Borboletas, livro do naturalista*. Rio de Janeiro, FAE-Fundação de Assistência ao Estudante, 1986.
- OTERO LUIZ SOLEDADE, *Insetos brasileiros e seu meio*. Rio de Janeiro, Koyo Shoin Co., 1971.
- WALLACE ALFRED RUSSEL, *Viagens pelo Amazonas e o rio Negro*. Tradução de Orlando Torres, Rio de Janeiro, Cia. Editora Nacional, 1939.

Para o Governo do Estado do Rio de Janeiro, ciência e tecnologia são artigos de primeira necessidade.

Nenhum povo, nenhum país, nenhum estado pode pensar seriamente no seu desenvolvimento se não tratar a ciência e a tecnologia com prioridade.

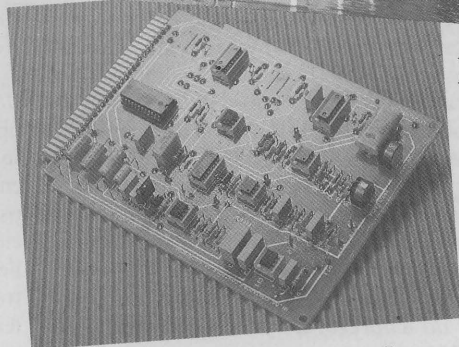
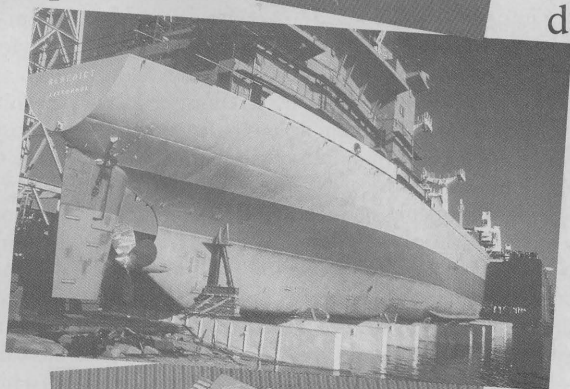
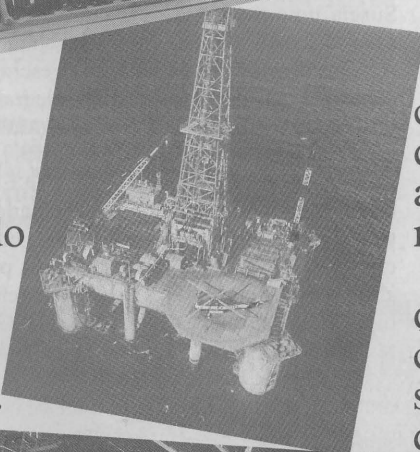
É por isso que uma das primeiras providências que o Governo do Estado tomou quando iniciou sua gestão foi criar a Secretaria de Ciência e Tecnologia.

Em pouco mais de dois anos, a ação da Secretaria está provando o acerto dessa decisão.

Com a Secretaria, a FAPERJ finalmente passou a ser uma fundação de amparo à pesquisa. Concedendo bolsas de estudo e auxílios para pesquisadores fluminenses, a FAPERJ fez nesse tempo mais pela ciência do Estado do que tudo que já tinha sido feito antes.

Mas a Secretaria não é só a FAPERJ.

É a FLUTEC, Empresa Fluminense de Tecnologia, que atua como agência financeira voltada para o desenvolvimento tecnológico do setor produtivo.



É a Rede de Tecnologia, que proporciona às empresas interessadas o conhecimento das pesquisas que estão sendo feitas no Estado, dentro da área de interesse de cada uma.

É o programa “Qualidade Rio”, uma ação integrada do Governo com a indústria e a comunidade tecnológica para promover a qualidade e a produtividade no Estado.

É o Centro de Ciências, que se dedica à educação continuada dos professores secundários e primários, dando a eles um melhor embasamento para a formação das nossas crianças.

É também o Instituto Politécnico do Rio de Janeiro que se dedica às ciências da engenharia, possibilitando a formação multidisciplinar de uma nova geração de profissionais.

Ciência e Tecnologia são apenas duas das muitas armas que o Governo está utilizando na luta pela recuperação econômica do nosso Estado.

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

OS TRINTA ANOS DE UM LIVRO SEMINAL



Formação econômica do Brasil, de Celso Furtado. Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura, 1959. 291 pp.

O ano de 1989 é marcado por comemorações significativas: o bicentário da Revolução Francesa e da Inconfidência Mineira, além do centenário da República. A estas datas pode-se acrescentar mais uma, de alto significado na história intelectual do país: o trigésimo aniversário do aparecimento de *Formação econômica do Brasil*, de Celso Furtado. O livro atraiu as atenções quando foi lançado com capa vermelha e título amarelo. Para usar uma fórmula comum mas raramente exata pode-se dizer, nesse caso com segurança, que é uma obra que já nasceu clássica, por ser original, consistente e profunda.

O país começou a ser sacudido em 22, quando se impôs a auto-análise nacional por parte dos setores mais críticos, como se viu com o Modernismo pregando renovação nas artes, com o surgimento de uma direita e uma esquerda políticas que se pretendiam atuantes e influentes, com a emergência de um segmento militar médio também pregando reformas — o Tenentismo — no conhecido universo da arrogância e do messianismo, característicos do setor.

A reforma do ensino, na década de 1930, enriqueceu a universidade, não mais restrita às escolas de direito, medicina e engenharia, conquistando os cursos de ciências sociais, nas faculdades de filosofia e de ciências econômicas. Sociologia, filosofia, política, economia, antropologia e psicologia passaram a merecer atenções que antes só conheciam episodicamente.

Decerto se estudava filosofia nos seminários e economia nas escolas de direito e engenharia, mas neste caso com enfoque jurídico ou matemático, pouco propícios ao desenvolvimento de uma real ciência econômica. História também, em seminários ou cursos de segundo grau. Estes setores, porém, eram vistos como ornamen-

tais, aprimoradores da chamada cultura geral, o que não impedia a produção de valiosa historiografia, incipiente no período colonial e de certo apuro no século XIX, por influência do Instituto Histórico e Geográfico.

A realidade política, social e econômica do país se transformava. A crescente população e o surto industrial levavam à urbanização. A economia se diversificava: não mais apenas rural e monocultora, mas policultora e agente de transformação de matéria-prima, de artesanal a industrial. Surgia uma estrutura de classes típica de uma sociedade aberta e em franca ebulição. Ao país dicotômico de senhores e escravos sucedia uma burguesia comercial, industrial, agrária e financeira. Emergia também uma classe média matizada em vários tons e um proletariado urbano e rural. O Estado tornava-se mais complexo, deixando os traços patrimoniais para assumir os burocráticos. A política abandonava aos poucos o quase exclusivo paternalismo de clientela e tornava-se aberta a todas as correntes de pensamento e a todos os cidadãos.

Havia então muito do Brasil arcaico, tradicional, fechado. Nem podia ser de outro modo, se ainda agora, já quase no fim do século, subsistem formas de economia natural, não monetária; sociedade fechada, com privilégios a alguns e reminiscências feudais; política com domínio de verdadeiros caciques, manipuladores de votos. O país, em certos casos, adotou padrões modernos apenas na fachada, e continua preso a padrões de dominação externa. As posições do grande capital multinacional coexistem com tentativas variadas de organização popular, em fase de busca afirmadora da sociedade civil.

No final dos anos 30, o mundo apresentava um debate aceso entre o fascismo de tipo corporativista (o modelo italiano) e o comunismo coletivista e planificador (o modelo soviético). Ao mesmo tempo, as chamadas democracias liberais adotavam formas de intervenção na política e na economia, como se vê na experiência americana do *New Deal*, de Roosevelt, formuladas sistematicamente na obra de John Maynard Keynes, sobretudo na *Teoria geral do emprego, do juro e da moeda*, de 1936.

Foi neste quadro de mudanças que a nação entrou na quarta década. Surgiram en-

tão os primeiros livros de estudo da realidade social em uma perspectiva que se pretendia científica. Os novos cursos cresciam, formava-se com lentidão um quadro de técnicos, começava a pesquisa sistemática, o trabalho de grupos. O público consumidor de livros de ciências sociais tornava-se cada vez mais amplo, e pela altura dos anos 50 estes estudos eram freqüentes e por vezes de boa qualidade.

Ao nascer, no final da década seguinte, *Formação econômica do Brasil* desconcertou os menos informados, pela originalidade de seu texto. Sem ser historiador no sentido literal, Celso Furtado consegue, lastreado no instrumental analítico sólido da teoria econômica, encontrar um sentido coerente e harmonioso em um campo em que o convencional era a descrição pura dos fatos, entremeada de datas e cifras. O resultado é um retrato notável da economia colonial, açucareira e mineratória, que avança nos séculos XIX e XX para mostrar a dinâmica da atividade cafeeira e as dificuldades para a industrialização, pela falta de uma mentalidade empresarial e de apego à rotina, traços típicos de sociedades fundadas no escravismo.

Em 1959, os historiadores da velha guarda não decifraram a obra, supondo-a economia, enquanto muitos economistas não reconheceram seu valor, motivados pelo menosprezo ao tratamento histórico. O êxito de Celso estava em ser um economista de horizontes largos, sem prisão a fórmulas, com amplo domínio da ciência social. Lembre-se, a propósito, Stuart Mill, autor de *Princípios de economia política*, para quem 'o economista que é apenas economista não é um bom economista'. O mesmo vale para um historiador: quem examina a história apenas com o instrumental da área não é um bom historiador.

A marca de *Formação econômica do Brasil* é esse modo amplo de ver. É uma obra fundadora, seminal, como raramente se pode dizer. Daí sua repercussão não só entre historiadores, como entre outros cientistas sociais, notadamente sociólogos. A ciência política, a antropologia e outras beneficiaram-se dele. Não há nenhum outro título na bibliografia econômica brasileira tão citado quanto este de Celso Furtado, e citado em diversas áreas. Foi largamente traduzido, até para o japonês. Em 1989, 30 anos após seu aparecimento, a

obra continua a ser uma vigorosa fonte de orientação a novos trabalhos. Sem dúvida sofreu críticas, e várias de suas teses foram infirmadas — ajustadas, revistas ou radicalmente negadas. O próprio Celso Furtado certamente terá reparos a fazer, mas reedita a obra sem retoques, exceto ligeiras retificações.

Furtado escreveu outros livros, que completam a obra em questão e até a retificam. Entre eles podemos citar *Formação econômica da América Latina*, de 1969, depois reeditado com o título *A economia latino-americana*, e outros como *Prefácio à nova economia política* (1976), *O Brasil pós-milagre* (1981), *Não à recessão e ao desemprego* (1983) e *Transformação e crise na economia mundial* (1987). Destaque-se o importante *Criatividade e dependência na civilização industrial*, de 1978, obra notável que não teve aqui o eco devido.

Nascido em Pombal (PB), Furtado diplomou-se em Direito, no país, e doutorou-se em Economia em Paris, com uma tese sobre a economia colonial brasileira (ver Perfil, em *Ciência Hoje* n.º 5). O curso representou uma definição: seria economista, dedicando-se à realidade de seu tempo, de sua região (o Nordeste), do Brasil, da América Latina e do mundo, como

se vê pela vasta obra que realizou e pelos cargos públicos que exerceu, no país e em grandes entidades de decisão política e econômica.

Durante vários anos foi economista da Organização das Nações Unidas, servindo na Comissão Econômica para a América Latina (Cepal). Sabe-se do papel decisivo desse órgão na vida latino-americana, por ter elaborado toda uma política econômica baseada em estudos minuciosos da realidade. A Cepal criou toda uma doutrina, de transcendente repercussão. Celso foi um dos principais colaboradores do órgão, dentro da discussão do que viria a ser uma teoria do desenvolvimento econômico.

Na área pública brasileira, empenhou-se, durante o governo Juscelino Kubitschek, no lúcido projeto da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), concebido por ele e que depois se perverteu, pelos equívocos da política nacional, sobretudo após 1964. Furtado trabalhou ainda na Comissão de Planejamento, no governo Jânio Quadros, e foi ministro extraordinário para o planejamento, no governo João Goulart. Cassado em 1964, afastou-se do país até que a chamada Nova República o fez primeiro embaixador na Comunidade Européia, e depois ministro

da Cultura. Hoje, longe do governo, continua a escrever e profere conferências aqui e no exterior.

A crítica às vezes feita a Furtado, de que usa categorias da ciência de hoje para interpretar situações do passado, quase nunca procede. Decerto, há em seus escritos históricos, notadamente em *Formação econômica do Brasil*, quadros de tal coerência e harmonia que podem parecer criações artificiais. Há no texto cacoetes como 'tudo indica', 'talvez', 'pareceria indicar', 'presume-se', que podem parecer meros exercícios intelectuais, e não a descrição apurada que se espera do cientista social. Esta, porém, é uma característica da própria historiografia brasileira, ainda carente de embasamento suficiente para análises profundas, levando os estudiosos a recorrerem a hipóteses e conjecturas. Apesar dos reparos que lhe foram feitos em trabalhos posteriores, o livro de Celso Furtado permanece válido, no essencial, em sua magnífica arquitetura e em suas análises originais, e faz 30 anos conservando todo o seu vigor e seu poder de influir.

Francisco Iglésias

Faculdade de Ciências Econômicas,
Universidade Federal de Minas Gerais

O ECONOMISTA COMO HISTORIADOR

Poucas obras brasileiras de erudição têm exercido a influência de *Formação econômica do Brasil*, de Celso Furtado, que este ano completa o trigésimo aniversário de publicação. Ao contrário de alguns clássicos, que todos citam e ninguém leu, o livro tem sido continuamente reeditado, o que decorre de sua ampla utilização como instrumento didático, em colégios e universidades. A par disso, as idéias do livro têm sido ponto de partida de numerosos trabalhos acadêmicos, nessas três décadas.

Organizado como um painel cronológico, o livro procura traçar a lógica econômica das várias etapas que caracterizam a evolução da estrutura produtiva do país, desde o início da colonização. Escrita em menos de quatro meses, a obra expande idéias anteriormente expostas por Furtado, especialmente em *A economia brasileira*, publicado em 1954, às quais agrega novos elementos, conseguindo notável unidade, apesar dessa origem compósita.

O fio condutor do trabalho é a visão teórica de Celso Furtado quanto ao processo de desenvolvimento em economias perifé-

ricas, tema a que dedicou a maior parte de seus escritos. Em sua análise, Furtado mescla elementos extraídos da análise macroeconômica keynesiana com idéias sobre o desenvolvimento das economias latino-americanas, sob o signo do desequilíbrio externo. Esta última vertente está, como se sabe, associada ao pensamento da 'escola da Cepal', das décadas de 1950/60, de que o próprio Furtado foi um dos expoentes.

De forma esquemática, pode-se sintetizar o essencial de tal visão em quatro proposições:

1) o crescimento econômico de países subdesenvolvidos depende, em primeiro lugar, do volume anual de gastos 'autônomos' (como exportações e investimentos). Estes gastos aumentam o produto e a renda diretamente (se há mais procura externa por nossas bananas, por exemplo, os produtores aumentam a oferta, vendem mais e ganham mais) e também indiretamente: o dinheiro ganho com bananas estimulará o aumento da procura por bens de consumo, o que poderá induzir uma expansão da produção destes no país, com

maior ou mais eficiente utilização de fatores produtivos e, portanto, crescimento do produto *per capita* (proposição elementar na macroeconomia keynesiana);

2) a importância dos efeitos indiretos, ou multiplicadores, no processo de desenvolvimento de economias altamente dependentes de exportações reside no fato de que podem criar condições para um crescimento econômico auto-sustentado, com base no dinamismo do mercado interno. Seguindo com o exemplo: em decorrência da prosperidade associada a um *boom* na exportação de bananas, aumentará a procura de bens de consumo e haverá estímulo para investimentos na produção local destes bens. Como consequência, poderá desenvolver-se um setor industrial significativo. Mesmo que declinem ou cessem as vendas externas de bananas, o crescimento econômico poderá continuar, sustentado pelo investimento e pelos ganhos de produtividade ligados à nova atividade de produção para o mercado interno (aqui há evidências de idéias da 'escola da Cepal' e de autores como Rosenstein-Rodan, quanto

ao processo de industrialização em países periféricos).

Implicita nessa proposição está a idéia de que a diversificação da estrutura produtiva é benéfica e desejável. Esta idéia, básica na doutrina da Cepal, suscitou infindáveis debates. A justificativa da tese está no argumento de que produtos primários têm, em geral, condições de procura desfavoráveis no mercado internacional, a longo prazo (a procura não aumenta na mesma proporção em que a renda cresce; os produtos sofrem obsolescência, pelo desenvolvimento de sucedâneos; os preços são instáveis), e limitada possibilidade de melhorias tecnológicas em sua produção, em contraste com a indústria.

3) O efeito multiplicador das exportações ou dos investimentos depende de forma crucial da distribuição de renda. Se toda a receita da exportação de bananas é apropriada por um só latifundiário, que gasta tudo em produtos importados e viagens ao exterior, não haverá estímulo à diversificação da produção interna. Assim, em princípio, o desenvolvimento auto-sustentado depende de uma renda melhor distribuída (a ênfase na estrutura da demanda, presente em toda a obra de Furtado, mostra ecos de Kaldor e de Nurkse).

4) Um grande volume de exportações e uma distribuição de renda favorável não asseguram, no entanto, a detonação de um processo de crescimento auto-sustentado, pois podem existir vários fatores impeditivos. Furtado confere maior importância aos seguintes: (a) problemas de balanço de pagamentos, dificultando a importação de máquinas e equipamentos; (b) ausência de capacidade empresarial inovadora: as oportunidades de investimento não são reconhecidas e aproveitadas; e (c) indisponibilidade de conhecimento tecnológico relevante.

Dentro dessa perspectiva, Furtado examina as várias etapas da evolução de nossa economia, enfatizando a estrutura de distribuição da renda e a presença de fatores que favorecem ou impedem o desenvolvimento auto-sustentado da economia.

A análise da economia açucareira, por exemplo, demonstra que o gasto autônomo (valor exportado) era bastante elevado em termos *per capita*, mas se traduzia quase exclusivamente em importações, dado o grau extremo de concentração da renda. A receita monetária das vendas externas do açúcar era apropriada basicamente sob a forma de lucro, pelos donos do capital investido no engenho. Os gastos de consumo e investimento eram quase totalmente feitos no exterior. Não havia, assim, qual-

quer estímulo a uma diversificação maior da produção interna.

Na economia de mineração, o produto *per capita* era provavelmente menor que o associado à exportação do açúcar, mas a renda gerada era muito melhor distribuída. Em consequência, surgiu um mercado interno de apreciáveis proporções, a que se associou um processo importante de urbanização. Apesar dessas condições, não se desenvolveu no país uma estrutura produtiva diversificada, propiciando crescimento endógeno, auto-sustentado. A hipótese de Furtado é a de que não havia conhecimento tecnológico na colônia que possibilitasse o aparecimento de novos setores produtivos.

O advento de um setor cafeeiro importante, já no século XIX, trouxe novas possibilidades de diversificação da economia. O trabalho assalariado, de crescente utilização, fazia expandir-se o mercado inter-

desvalorização da moeda nacional, dificultando as importações, ao mesmo tempo que a política de compra do produto pelo governo amortece os efeitos da crise na renda interna, estimulando a produção de bens de consumo. O processo seria acelerado no pós-guerra, com a adoção de tratamento cambial favorecido para a importação de máquinas e equipamentos.

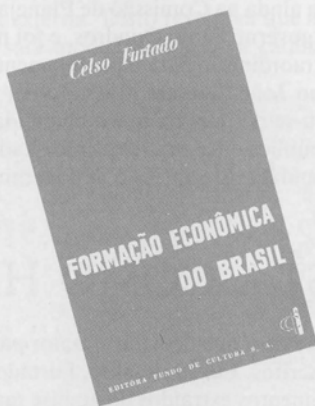
Com a perspectiva de 30 anos após sua publicação, alguns argumentos do livro, como seria de esperar, parecem pouco convincentes. Talvez o principal seja a ênfase preponderante na crise dos anos 30 como marco do surgimento de uma produção voltada para o mercado interno dissociada do impulso derivado de exportações. Foi negligenciado um relevante processo anterior de industrialização, como trabalhos mais recentes demonstraram. Outros detalhes também merecem reparos ou qualificações, à luz de achados posteriores, como, por exemplo:

a) A distinção entre o cafeicultor, imbuído de espírito empresarial capitalista, e o senhor de engenho, rentista ocioso e patriarcal, é pouco defensável. O patriarca do açúcar, de papel tão saliente na obra de Gilberto Freyre, pertence à fase de decadência da economia açucareira, o que torna inapropriada a comparação com o empresário de uma economia cafeeira em expansão. Alguns estudos sugerem que não faltou espírito capitalista weberiano no auge do açúcar.

b) Furtado supôs que os movimentos de câmbio fossem grandemente influenciados pelos interesses dos exportadores, que tinham na desvalorização cambial uma compensação para a queda dos preços do café. A hipótese, porém, é desautorizada pelo que se conhece do mercado cambial no período, além de supor um grau improvável de articulação entre os exportadores e o aparelho do Estado.

c) O autor supõe que as compras de café promoveram uma expansão de renda, na década de 1930, por terem sido financiadas internamente (se financiadas por empréstimos externos, não teriam esse efeito). Parte das aquisições feitas pelo governo, sabe-se hoje, foram sustentadas por créditos externos, mas ainda assim causariam expansão da renda: supor que o efeito macroeconômico de um aumento de gasto depende da forma de financiamento é, no caso, teoricamente insubsistente.

Pontos como os citados são importantes para o entendimento de períodos e processos de transformação específicos; nesse sentido, o livro de Furtado certamente con-



no. O conseqüente aumento da procura por importações tendia a provocar problemas no balanço de pagamentos, o que também favorecia a produção industrial interna, já que a desvalorização cambial encarecia os bens importados. Por outro lado, esse encarecimento incluía as máquinas, o que dificultava o processo. Os negócios com o café teriam também propiciado, para Furtado, o surgimento de uma nova mentalidade empresarial, favorecendo a industrialização.

Na década de 1930 a convergência desses fatores promoveria o salto em direção ao desenvolvimento endogenamente determinado. A Grande Depressão de 1929-1933 marca, para o autor, o fim do predomínio das exportações como gasto autônomo promotor do crescimento, cedendo lugar ao investimento voltado às atividades de produção para o mercado interno. Ao colapso dos preços do café segue-se uma drástica

tinuará a ser esmiuçado e criticado por imprecisões ou incorreções que contenha.

No contexto de uma apreciação geral, no entanto, em que o importante não é o pormenor, mas o quadro amplo da evolução de nossa economia, fica claro que o livro não envelheceu, resistindo com garbo ao exame crítico de várias de suas teses. A análise, hoje clássica, da reação da economia brasileira à crise de 1929 é um exemplo saliente: em grandes linhas, os argumentos do livro quanto a esse episódio foram ratificados. O mesmo se pode dizer da análise dos efeitos da política cambial do pós-guerra. Isso é ainda mais notável porque a base de dados do autor era muito mais estreita que a disponível hoje.

Tanto quanto há 30 anos atrás, *Formação econômica do Brasil* tem o grande atractivo de indicar as raízes históricas de características atuais de nossa economia. O processo evolutivo traçado, mostrando, até meados do século passado, períodos relativamente curtos e descontínuos de prosperidade, seguidos de declínio e estagnação, é um elemento básico do nosso subdesenvolvimento. Furtado assinala — e isso pode ser visto hoje, com melhores dados, de forma mais nítida — que a taxa média de

crescimento da economia brasileira, desde meados do século passado, é alta em termos internacionais. Assim, de um ponto de vista quantitativo, as origens de nosso atraso teriam que ser buscadas mais atrás no tempo. O autor sugere que o período crucial são os três quartos de século de estagnação entre o declínio da economia de mineração e o início da expansão da economia cafeeira, ao redor de 1850.

Outro ponto destacado da obra, da maior importância para o entendimento da economia e da sociedade brasileira atuais, é a formação de vastos contingentes populacionais restritos a uma economia de subsistência, após o declínio do açúcar e do ouro. Essa população, em sua esmagadora maioria barrada historicamente no acesso à propriedade da terra, teve como alternativas básicas agregar-se à grande propriedade rural ou oferecer sua força de trabalho no mercado urbano, ao longo do processo de diversificação da estrutura produtiva. A persistência dessa grande massa de mão-de-obra não-qualificada na economia é fator fundamental do baixo nível médio de remuneração do trabalho, no presente, e do alto grau de desigualdade na distribuição de renda.

A relevância para a compreensão da atualidade, aliada à concisão e brilhantismo da exposição, tornam fácil a previsão de que o livro de Furtado continuará sendo, ainda por muito tempo, uma das melhores introduções possíveis ao estudo da economia brasileira, e um manual de sugestões para tópicos de pesquisa.

Formação econômica do Brasil é um exemplo do papel que pode ter o economista no desenvolvimento de estudos históricos: a construção de um arcabouço, logicamente estruturado em termos econômicos, onde os fatos históricos são colocados e analisados. Furtado afirmou, em *A fantasia organizada*, de 1985, que seu livro de 1959 é 'uma coleção de hipóteses' sobre a formação da economia brasileira. Talvez haja aí um exagero de modéstia: a obra é bem mais do que isso. De qualquer forma, a existência de um conjunto de hipóteses tão rico como o presente no livro é uma base fecunda para a interação entre economistas e historiadores, no estudo da evolução de nossa economia.

Flávio Rabelo Versiani

Departamento de Economia,
Universidade de Brasília



NA ESTANTE

• No ano que vem, a *Revista Brasileira de Biologia* completará 50 anos de atividades ininterruptas. A manutenção da boa qualidade da publicação, assim como sua regularidade editorial, colocam a revista em posição de destaque. Importantes pesquisadores brasileiros contribuíram ao longo desses anos para a sua realização, como Herman Lent, Mario Viana Dias, Humberto Cardoso, Tito de A. Cavalcanti, Sebastião J. Oliveira, Paulo Emílio Vanzolini, Newton Freire-Maia, José Galizia Tundisi, Carlos Rizzini, Leopoldo de Meis e Johana Dobereiner. A revista deverá lançar no próximo ano um número especial comemorativo com artigos de fundo de cientistas brasileiros e de outros países.

• Considerado pela crítica internacional como um trabalho importante, *Palavra e sangue*, de Alain Touraine, chega ao Brasil um ano depois de seu lançamento em Paris, publicado pela Trajetória Cultural e pela Editora da Universidade Estadual de Campinas. O autor, um dos mais importantes so-

ciólogos europeus da atualidade, parte da hipótese de que há um modo latino-americano de desenvolvimento, uma combinação de racionalismo econômico e de mobilização política e social própria desse continente. Aceita, portanto, de início, a idéia tão freqüentemente contestada de que a América Latina constitui um conjunto. Essa unidade porém não é buscada nos meandros da cultura mas no modo de desenvolvimento de seus países e suas formas de combinar a economia, a política e a ideologia.

Definido por muitos estudiosos como o continente da repressão e da miséria e por tantos outros como a terra da poesia e do samba, a América Latina de Touraine está longe de ser um espetáculo para estrangeiro ver. O autor de *Palavra e sangue* se esforça por mostrar uma América Latina que age sobre si mesma, que se produz e se destrói através de suas lutas sociais e de suas formas de poder político, um continente que se transforma através de seu crescimento e suas crises, sua urbanização acelerada e desigualdades crescentes. O próprio Touraine admite que o seu livro poderia se chamar simplesmente a América Latina em movimento, definida por atores de uma história atravessada por migra-

ções maciças, sublevações populares, repressões sangrentas e debates intelectuais. Se o livro está centrado sobre os atores deste continente é porque o seu futuro é incerto: a América Latina tanto poderia perder para a crise e a decomposição, como para um crescimento associado a uma redução progressiva das desigualdades e das distâncias.

• A publicação de *Libres et assujettis* pela Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme de Paris é mais uma prova de reconhecimento no exterior de um trabalho de qualidade de autoria brasileira na área de antropologia social. Afrânio Garcia Jr., professor do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro e pesquisador do CNPq, dedicou-se, neste livro, ao estudo das transformações das formas de dominação no Nordeste brasileiro. Em decorrência do desenvolvimento do trabalho industrial na região Sudeste, a economia nordestina, marcada pela predominância das grandes plantações, sofreu uma profunda transformação. A análise de Garcia Jr. mostra como o debate sobre uma definição legítima para o termo liberdade faz parte do próprio processo de transformação social.

NEM CASTIGO DIVINO, NEM MAL HEREDITÁRIO

Conhecida secularmente como 'lepra', 'morfêia' ou 'mal-de-lázaro', a hanseníase é considerada uma das mais antigas enfermidades do homem. É difícil, no entanto, afirmar se sua propagação na Índia teve origem independente ou foi importada do Egito. Na Europa e no Oriente Médio, já representou sério problema de saúde pública. A partir do século XVII e ao longo dos séculos XVIII e XIX, a doença começou a declinar no continente europeu, até mesmo na Noruega, Dinamarca, França, Espanha e Portugal, onde era considerada endêmica.

Antes mesmo que se descobrisse qualquer medicamento para seu controle, a hanseníase pôde ser erradicada da Europa graças exclusivamente à melhoria das condições socioeconômicas da população. Enquanto tendia ao desaparecimento no continente europeu, a doença persistia na Ásia e na África e era introduzida no Novo

Mundo a partir das conquistas portuguesas e espanholas e da importação de escravos africanos. Atualmente os maiores índices de hanseníase concentram-se no chamado Terceiro Mundo. No continente asiático, encontram-se 62% do total de portadores da doença em todo o mundo, embora, do ponto de vista da prevalência da moléstia, o problema seja três vezes mais intenso na África. A América do Sul contribui com 3% do total mundial.

mento cutâneo e pelo sistema nervoso periférico (figs. 1,2,3,4). Se por um lado ele possui alta infectividade — é capaz de penetrar num grande número de indivíduos, neles se alojar e se multiplicar —, por outro apresenta baixo índice de patogenicidade (manifestação clínica da doença). Por ação de fatores constitucionais do hospedeiro em que se aloja, o *M. leprae* normalmente encontra forte resistência à sua proliferação. Trata-se, portanto, de uma doença com certas peculiari-

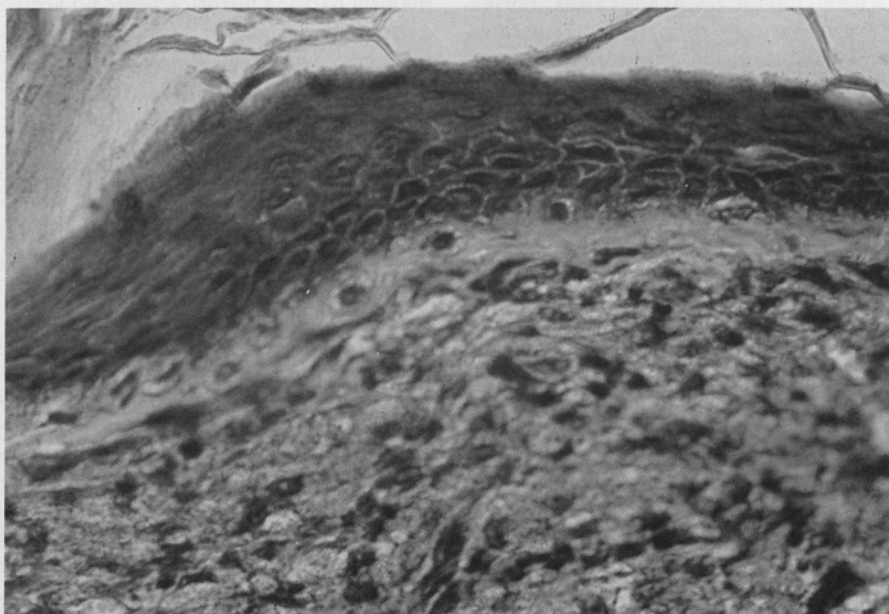


Fig. 2. Moléstia de Hansen virchowiana. Presença de grande número do bacilo *Mycobacterium leprae* álcool-ácido resistente íntegro, isolado ou em globias (áreas de acúmulo do bacilo). Tecido corado pela técnica Wade; aumento de 400 vezes.

A hanseníase foi descrita e diferenciada de outras doenças em 1873 pelo médico norueguês A. Hansen, que identificou seu agente etiológico, o *Mycobacterium leprae*. Em homenagem a seu descobridor e visando a substituir o termo 'lepra' — que se faz acompanhar de uma forte carga negativa —, oficializou-se no Brasil uma nova nomenclatura: hanseníase ou mal de Hansen.

Embora se acredite que o homem seja a única fonte de infecção da doença, já foram encontrados animais naturalmente infectados. Transmite-se por contato íntimo e prolongado de indivíduos portadores das formas contagiantes (virchowiana e dimorfa) e que não estejam em tratamento regular. O agente etiológico tem especial predileção pelo tegu-

mentos: muitos indivíduos jamais a contraem, mesmo convivendo íntima e prolongadamente com portadores de suas formas contagiantes. Estudos epidemiológicos mostram que apenas 5% dos contatos íntimos envolvendo indivíduos sãos e infectados resultam, nos primeiros, no desenvolvimento da doença. Estima-se que cerca de 90% da população geral apresentam algum nível de resistência ao bacilo. A hanseníase caracteriza-se por manifestações cutâneas, neurológicas, oftalmológicas, otorrinolaringológicas e sistêmicas, podendo provocar mutilações e deformidades se não for detectada no seu início. Apresenta um período de incubação de três a cinco anos, um dos mais longos que se conhecem entre as patologias humanas.

Fig. 1. Moléstia de Hansen virchowiana (MHV). A epiderme se mostra atrofiada e retificada. Na região subepidérmica, a faixa de Unna (característica de algumas formas de MHV) e infiltrado inflamatório espumoso denso. Tecido corado pela hemotoxilina-eosina (HE); aumento de 63 vezes.

fotos: Antônio Carlos Martins Guedes

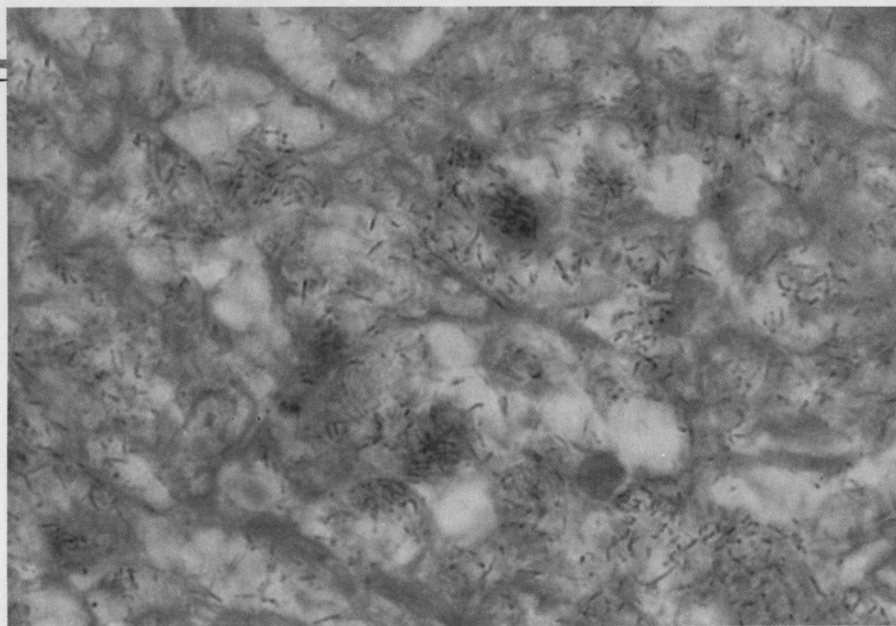


Fig. 3. Moléstia de Hansen virchowiana. Detalhe dos bacilos álcool-ácido resistentes íntegros, isolados ou em globias. Tecido corado pela técnica Wade; aumento de mil vezes.

Embora tenha sido o primeiro agente patogênico humano a ser descoberto, o *Mycobacterium leprae* ainda não pôde ser cultivado *in vitro*. Ao contrário do bacilo da tuberculose (*M. tuberculosis*), o *M. leprae* é um parasita exclusivamente intracelular, com uma nítida preferência por células humanas ainda hoje dificilmente cultiváveis *in vitro*.

Desde o século passado, seu cultivo era tentado sem êxito nas mais variadas espécies animais. Em 1960, no entanto, o pesquisador Charles Shepard, do Centro de Controle de Doenças de Atlanta, nos Estados Unidos,

Fig. 4. Moléstia de Hansen virchowiana. Detalhe de raros bacilos álcool-ácido resistentes em globias. Tecido corado pela técnica Wade; aumento de mil vezes.

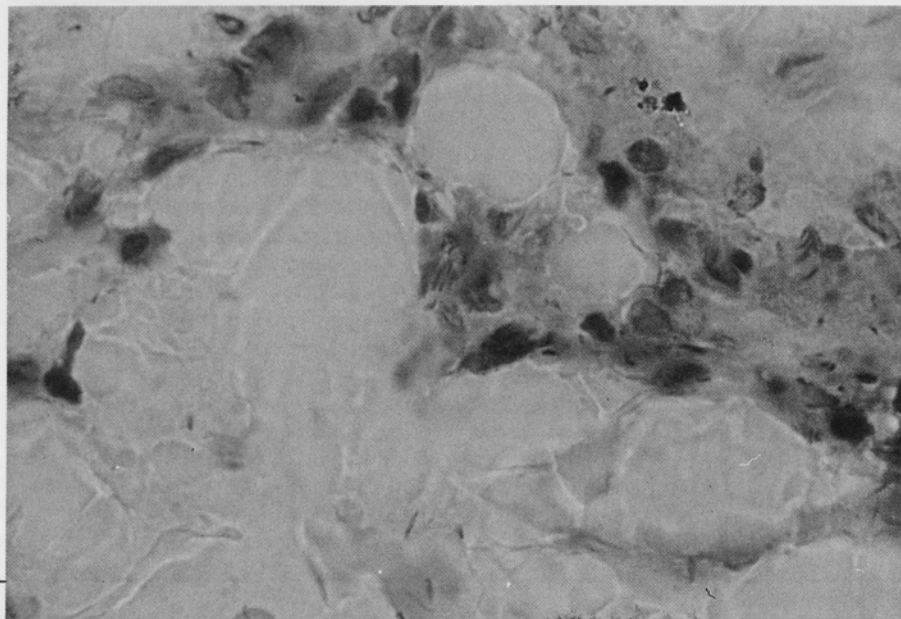


foto Livia Vanucci Lins

Fig. 5. O tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) mostrou-se sensível ao *Mycobacterium leprae* de origem humana. A descoberta de 1971 revolucionou as pesquisas sobre a hanseníase.

nológicos, fisiológicos e bioquímicos do *M. leprae* e criavam-se as bases para os primeiros experimentos visando à obtenção de uma vacina (ver 'A vacina é possível?'). Além disso, era também possível pesquisar novas drogas ou meios mais eficazes para a utilização dos raros medicamentos disponíveis para o tratamento da doença.

Em 1974, os poucos estudiosos do mal de Hansen que até então se espalhavam por diversas partes do mundo resolveram reunir seus esforços no Grupo Científico de Trabalho sobre a Imunologia da Lepra. Em pouco mais de um ano, este verdadeiro laboratório sem fronteiras lançou as bases de um programa de pesquisas sobre doenças tropicais — patrocinado pela Organização ►

A VACINA É POSSÍVEL?

Com base no sucesso do emprego do BCG na vacinação antituberculosa, nos anos 20, e na sua capacidade de sensibilizar ao bacilo da lepra indivíduos que antes não reagiam a esse antígeno, imaginou-se que ele poderia igualmente servir de proteção contra a hanseníase. Por isso, foram realizados inúmeros ensaios de vacinação com o BCG em populações de alto risco, notadamente em Uganda, Birmânia e Nova Guiné. Embora os resultados dessas pesquisas ainda não estejam concluídos, pode-se dizer que a taxa de proteção varia entre 20 e 84%.

Em 1971, o pesquisador Jacinto Convit constatou que, ao se inocular uma preparação à base de *M. leprae* inativo em hansenianos, os bacilos permaneciam íntegros durante um longo período nos tecidos dos doentes. Ao contrário, quando se inoculavam bacilos do BCG vivos juntamente com uma preparação de *M. leprae*, os bacilos da lepra eram rapidamente destruídos. Ao vacinar 372 hansenianos com a mistura BCG-*M. leprae*, ele observou uma sensível melhora clínica dos doentes, graças ao surgimento de imunidade celular e ao desaparecimento de todos os bacilos da lepra das lesões cutâneas.

A vacina terapêutica de Convit é atualmente objeto de ensaios na China, nas Filipinas e na França. Os primeiros resultados observados neste último país não se mostraram convincentes, pois até agora nenhum doente manifestou resposta positiva aos testes de imunidade empregando antígenos de *M. leprae*. Mas, como o próprio Convit previu, na maior parte dos casos seriam necessárias seis vacinações para que a imunidade celular dos doentes fosse estimulada.

Na época das primeiras experiências de Convit, entrou em cena o tatu *Dasyus novemcintus*, uma rica fonte de bacilos da lepra para fins de vacinação. As preparações de *M. leprae* purificado assim obtidas mostraram-se capazes de induzir imunidade celular no camundongo, na cobaia e no tatu, e de impedir a proliferação de *M. leprae* no tatu e no coxim-plantar do camundongo.

As primeiras experiências de uma vacina à base de *M. leprae* inativado para se verificar sua inocuidade e seu poder

imunoestimulante foram conduzidas na Noruega em 1983 por P. Godal e sua equipe. Nessa época a Noruega já estava livre da hanseníase e contava poucos organismos microbianos capazes de provocar reações cruzadas — e, pois, resultados falsos-positivos — após a vacinação. Os 31 voluntários que receberam uma única dose intradérmica de *M. leprae* inativado (todos eles haviam recebido BCG na infância) mostraram-se sensíveis ao bacilo, sem apresentar quaisquer efeitos colaterais indesejáveis. A vacina foi considerada inofensiva e capaz de provocar resposta imune.

Em 1984, começaram a ser feitos ensaios em regiões endêmicas da hanseníase. Em Malawi, na África, realizou-se uma experiência com 2.100 voluntários: alguns receberam apenas o *M. leprae* inativado; outros, apenas o BCG; e um terceiro grupo, uma mistura dos dois. Das três vacinas — todas elas inofensivas —, a mistura se revelou imunologicamente mais eficaz.

Os objetivos de uma vacina contra a lepra são múltiplos: inicialmente impedir a infecção de indivíduos sãos assim como o desenvolvimento da doença e de suas formas mais graves nos indivíduos atingidos até então por uma forma branda, através da estimulação de suas defesas imunitárias. Os pacientes em fim de tratamento quimioterápico — que correm o risco de se reinfectarem pelo fato de seu organismo enfraquecido não conseguir eliminar os bacilos mortos — poderiam também tirar proveito de uma estimulação de suas defesas. Uma vacina poderia servir ainda para identificar os indivíduos cujo sistema imunitário não reage à presença de *M. leprae*, arriscando-se, portanto, a contrair uma forma agressiva da doença, que pode ser evitada por meio de um tratamento precoce adequado.

Eis algumas questões às quais se esperam respostas: a vacina contém os antígenos adequados à estimulação de um efeito imunoprolifático ou imunoterápico? Ela não conteria antígenos capazes de induzir no hospedeiro o mesmo tipo de imunossupressão específica ao *M. leprae* encontrado nas formas mais graves da doença? Haveria riscos em se utilizar tal vacina em indivíduos cujo sistema imu-

nológico poderia estar enfraquecido por má nutrição, pela própria doença ou outros fatores? Não seria arriscado induzir reações que poderiam provocar dores ou lesões nervosas ou viscerais nos doentes infectados (normalmente tais doentes gozam boa saúde, já que sua doença permanece num estágio subclínico)? À vacinação poder-se-ia atribuir, portanto, a deterioração de seu estado de saúde. A vacina seria capaz de provocar uma imunidade que protegesse pelo menos contra a forma contagiosa da doença, interrompendo a transmissão da infecção? Uma única dose da vacina poderia fornecer uma proteção suficientemente durável para evitar a necessidade de outras doses?

Hoje já se realizam pesquisas voltadas para o desenvolvimento de vacinas de segunda geração, menos caras que a atual, cujos custos de produção no estágio experimental estão avaliados entre um e dez dólares. Nos Estados Unidos, a equipe liderada por B. Bloom utiliza seu banco de ADN recombinante de *M. leprae* e um bacteriófago específico para inserir no BCG vivo genes do *M. leprae*, codificando antígenos capazes de provocar resposta imunológica. De acordo com os primeiros resultados dessas experiências, o bacilo hospedeiro BCG exprime bem os antígenos do *M. leprae* desejados: cinco dos principais antígenos já foram obtidos.

Há, pois, boas chances de o BCG vir a ser empregado como vetor de expressão de moléculas imunogenéticas de *M. leprae* e eventualmente como vacina de recombinação contra a doença. As vantagens dessa vacina seriam numerosas. O BCG, como se sabe, é o imunoestimulante mais eficaz que se conhece. Como vacina antituberculosa, já foi inoculado em milhões de indivíduos, provocando apenas alguns casos de complicações fatais. Além de ser a única vacina administrável em recém-nascidos e induzir uma hipersensibilidade do tipo retardado — que dura entre cinco e 50 anos —, uma dose de BCG custa apenas 0,55 dólar. Há ainda boas razões para se crer que o BCG seja capaz de veicular genes de outros agentes patogênicos, possibilitando a obtenção de uma multivacina recombinada contra a lepra, a tuberculose, as leishmanioses e outras doenças.

Mundial de Saúde (OMS), pelo Banco Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento —, em cujo interior surgiu, dois anos mais tarde, um grupo de trabalho sobre a quimioterapia da hanseníase. Graças a esta rede de pesquisadores e aos mecanismos de financiamento, foi possível levar adiante praticamente todas as pesquisas surgidas após a descoberta do tatu como modelo adequado ao desenvolvimento da doença.

Estima-se em 15 milhões o número de portadores de hanseníase em todo o mundo. O Brasil ocupa o quarto lugar em número de casos — 256.879 doentes registrados até dezembro de 1988 —, com um alto índice de prevalência: em cada grupo de mil habitantes, 1,8 é portador da doença (fig. 6). Responsável por 85% dos casos do continente sul-americano, o país detectou no ano passado, segundo o Ministério da Saúde, 26.578 novos casos, o maior número já observado em um ano. Isso equivale a uma taxa de 18,4 doentes por grupos de cem mil habitantes, a mais alta incidência de hanseníase já registrada até hoje no país.

Embora a distribuição da doença se apresente heterogênea nas diferentes regiões brasileiras, observa-se em todas elas uma tendência ao crescimento. Historicamente, verifica-se o predomínio das formas virchowiana e dimorfa (multibacilares contagiantes) sobre as tuberculóides (paucibacilares não-contagiantes). No entanto, em relação aos novos casos registrados em 1988, constata-se a superioridade das formas não-contagiantes (tuberculóides e indeterminadas, que totalizam 60,6%) sobre as contagiantes (39,4%).

Em termos absolutos, é no Sudeste brasileiro que se concentra o maior número de casos de hanseníase no país: 109.891, o que corresponde a 45% da população de portadores da moléstia. Mas a mais alta prevalência da doença ocorre na região Norte do país — 4,5 casos por mil habitantes —, onde os estados do Acre e Amazonas, com 8,9 e 12,9 casos por mil habitantes respectivamente, são considerados hiperendêmicos. Na região ocorre também uma taxa expressiva de novos casos, registrando-se 51,5 doentes por cem mil habitantes. Já a menor incidência é registrada no Sul do país: 8,4 por cem mil habitantes.

Os números referentes ao Nordeste brasileiro apresentam peculiaridades que mere-

Fig. 6. Prevalência da hanseníase por regiões brasileiras, até 1988. Os índices indicam o número de doentes por grupos de mil habitantes.

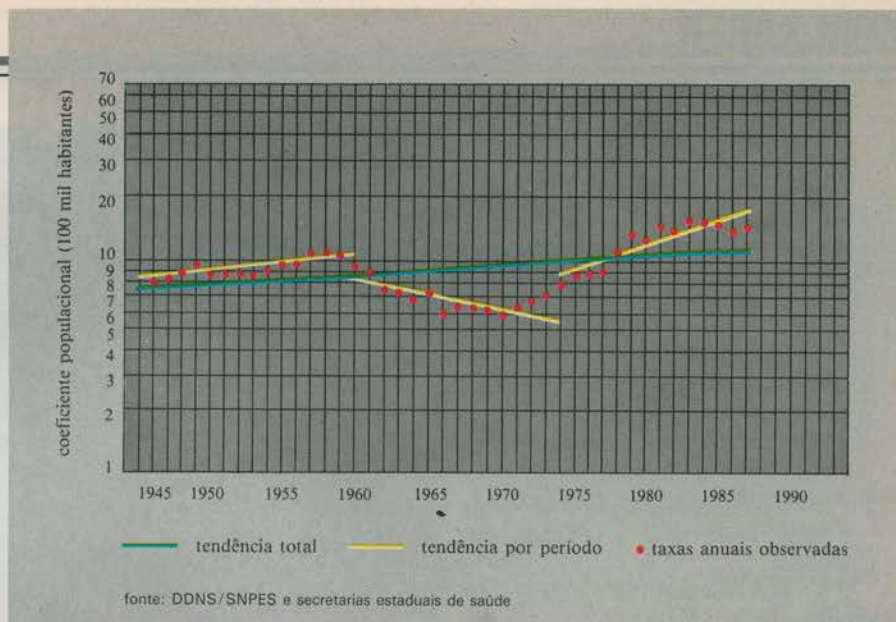


Fig. 7. Tendência da hanseníase no Brasil: casos novos anuais, série histórica 1946-1987 e períodos 1946-1959, 1969-1973 e 1974-1987.

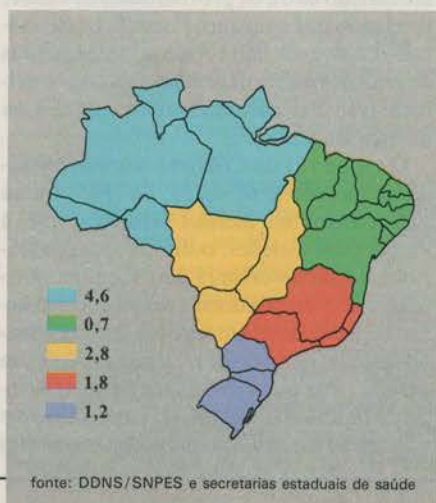
cem ser examinadas: se por um lado ali ocorre a menor prevalência de hanseníase do país — 0,7 casos por mil habitantes —, por outro registrou o maior incremento em relação a 1987, equivalente a 56,2%. Presume-se que a menor frequência de casos registrados na região até agora decorra de uma subnotificação, não expressando o nível real de endemicidade. Por outro lado, o aumento do número de casos novos em períodos mais recentes pode estar relacionado ao aperfeiçoamento do sistema de controle da doença, a partir das campanhas de esclarecimento veiculadas pelos meios de comunicação e o treinamento de pessoal para diagnóstico.

Dados do Ministério da Saúde revelam que, entre 1987-1988, o incremento de casos novos no país foi de 35,0%, percentual considerado muito alto se comparado com a variação de 7,22% registrada no período 1986-1987. Os maiores incrementos foram observados na Paraíba (172,4%), no Distrito Federal (110,7%) e em Santa Catarina (110,2%). As variações mais importantes

ocorreram em estados que detectam relativamente poucos casos, tendendo portanto a apresentar maiores oscilações de um ano a outro. Isto pode significar tanto problemas com o serviço de informação ou intensificação das atividades do programa de controle, quanto modificações reais no comportamento da epidemia. De acordo com a análise de tendência dos últimos 15 anos, pelo ajuste exponencial, a hanseníase vem crescendo, em média, 5,06% ao ano no Brasil (fig. 7).

Dos 256.979 pacientes de hanseníase em registro ativo no país, 20.812 (8%) submetem-se ao tratamento poliquimioterápico adotado pela Organização Mundial de Saúde, que associa a dapsona, a rifampicina e a clofazimina por um período de seis meses para os portadores das formas paucibacilares e de dois anos para os das formas multibacilares. Os demais pacientes recebem o tratamento adotado pela Divisão Nacional de Dermatologia Sanitária (DNDS), que prescreve apenas a dapsona e a rifampicina durante dois anos aos portadores da forma paucibacilar e cinco anos aos da forma multibacilar. Entre os 26.578 casos novos detectados em 1988, 17.646 (66,4%) foram avaliados quanto à capacidade física mas apenas 2.033 (11,5%) foram considerados efetiva ou temporariamente incapazes de exercer suas atividades profissionais. Das 10.401 saídas do registro ativo de 1988, 4.558 (43,8%) ocorreram por motivos de cura. As demais saídas correspondem a óbitos ou transferências.

Até a década de 1940, o único recurso disponível para o controle da hanseníase no Brasil era o isolamento do doente. Na ilusória tentativa de acabar com o contágio, foram construídos no país 35 estabelecimen-



fonte: DDNS/SNPES e secretarias estaduais de saúde

PRECONCEITO SECULAR CONTRA UMA DOENÇA LENDÁRIA

A manutenção do preconceito contra a hanseníase é a prova mais cabal de que o progresso registrado em suas formas de tratamento não foi devidamente assimilado. Particularmente nas nações do Terceiro Mundo, onde as diferenças sociais são alarmantes, a hanseníase atua como um instrumento capaz de oprimir ainda mais uma população já socialmente marginalizada.

É possível constatar, ao longo do tempo, uma forte correlação entre incidência de doenças e condições de vida precárias. Na antigüidade, porém, o hanseniano era explicitamente excluído do universo social, ao passo que hoje, embora absorvido do ponto de vista médico, ele é discriminado de forma escamoteada e cruel. É pois urgente que a doença deixe de ser vista como um problema médico e passe a ser encarada como uma questão social. No Brasil, as estatísticas apontam não apenas a expansão da moléstia — prevêem-se para este ano cerca de 26 mil novos casos — como também sua concentração nas regiões Norte e Nordeste, onde se localizam os mais expressivos bolsões de pobreza do país.

O mesmo não ocorre, por exemplo, no caso da AIDS. Por ser uma doença mor-

tal, de rápida disseminação, de difícil controle e incidir mais entre as camadas de maior poder aquisitivo, a propaganda voltada para sua prevenção é substancialmente mais bem orquestrada do que a que se destina à hanseníase. Ao contrário desta, a AIDS transformou-se quase concomitantemente ao seu surgimento numa questão de caráter social.

O fato de a hanseníase estar diretamente relacionada às más condições de vida da população torna o problema, no caso do Brasil, ainda mais complexo. As atuais autoridades de saúde pública do país adotam um discurso em que a pobreza é tomada como prioridade; na prática, no entanto, o que se observa não é a implementação de programas de prevenção e controle de doenças que atinjam as camadas menos favorecidas da população, mas tão simplesmente o interesse pela reprodução do capital. Os recursos não se voltam prioritariamente àquelas doenças que atingem os pobres, como a hanseníase, a malária, a doença de Chagas. Os interesses se voltam para os setores de ponta da medicina, como por exemplo a AIDS, relacionada a pesquisas de alta densidade tecnológica. Nesse contexto, o mal de Hansen não é efetivamente entendido pe-

lo atual governo como algo alarmante. Para seu efetivo combate, urge que se reconheça a pobreza como o mal maior a ser erradicado. Isso feito, a tendência ao seu desaparecimento é automática.

Enquanto a hanseníase não se transformar numa ameaça generalizada, colocando em risco outros segmentos de nossa sociedade, ela não terá visibilidade. Na história das políticas de saúde do Brasil a visibilidade é uma pré-condição para que se adotem medidas políticas efetivas. Isso aconteceu, por exemplo, nas epidemias de dengue, no Rio de Janeiro, e de meningite, em São Paulo. Esta última, como se sabe, só adquiriu feição social ao atingir as áreas centrais de São Paulo.

A hanseníase não é uma doença mortal, mas a pobreza o é. Este ano o Brasil está condenando à morte social cerca de 260 mil pessoas. Trata-se de equacionar, no conjunto de prioridades que a saúde demanda, o equilíbrio necessário para que a AIDS, temida doença da modernidade, não relegue a segundo plano a moléstia da antigüidade.

Amélia Cohn

Departamento de Medicina Preventiva,
Universidade de São Paulo

tos especiais denominados sanatórios, colônias ou leprosários, hoje internacionalmente condenados. Além de não impedir a expansão da endemia, a separação compulsória serviu para agravar os problemas médicos, sociais e psicológicos dos doentes.

A partir de 1940, o surgimento de novos recursos terapêuticos — sulfonas, seus derivados e alguns antibióticos — tornou viável o tratamento ambulatorial, restringindo as internações a casos especiais. Esse tipo de tratamento só veio a se impor na rede básica dos serviços de saúde depois de 1970, quando se introduziram drogas mais potentes e eficazes para a eliminação do contágio das formas bacilíferas. A medida acarretou uma mudança de função dos sanatórios, hoje transformados em asilos e hospitais gerais ou de dermatologia sanitária. Os hospitais-colônia ainda em atividade no país atendem a apenas 2% do registro ativo de portadores da doença.

A precariedade de informações sobre a hanseníase pode ser apontada como um dos

principais fatores que retardam o controle da doença no país. De modo geral, os doentes e seus familiares não são devidamente orientados pelos serviços de saúde, e o diagnóstico costuma ser feito tardiamente. Além disso a manutenção do preconceito contra a moléstia ainda resiste em nossa sociedade, até mesmo entre os profissionais de saúde, revelando que os avanços científicos relacionados à doença não foram acompanhados de uma nova abordagem psicossocial e cultural (ver 'Preconceito secular contra uma doença lendária').

O artigo 151 do Código Eleitoral, baseado na lei federal nº 4.737, de 1965, é uma prova disso. Seu inciso I determina que, à véspera das eleições, o diretor dos sanatórios e hospitais-colônia deve recolher os títulos eleitorais dos doentes e solicitar sua desinfecção antes de entregá-los aos presidentes das mesas receptoras. Pode parecer um detalhe, mas fere a dignidade de um contingente de 256.979 cidadãos. Esperou-se em vão que as leis ordinárias e complementares

da nova carta constitucional abolissem tal medida. Mas foi preciso que o presidente da República apresentasse uma medida provisória revogando o artigo por um período de 30 dias para que os portadores de hanseníase pudessem votar no primeiro turno do último pleito eleitoral como qualquer outro cidadão brasileiro. Meses antes da eleição, o Ministério da Saúde — que desde 1976 contra-indica medidas segregacionistas com relação ao portador do mal de Hansen — empreendeu uma campanha com o objetivo de fazer com que a medida não fosse cumprida pelos fiscais do Tribunal Superior Eleitoral. Seria por demais ingênuo esperar que um velho hábito, respaldado legalmente, pudesse de súbito desaparecer e dar lugar a um novo comportamento.

Roberto Barros de Carvalho e Marise Muniz

Ciência Hoje, Belo Horizonte

Alicia Ivanissevich

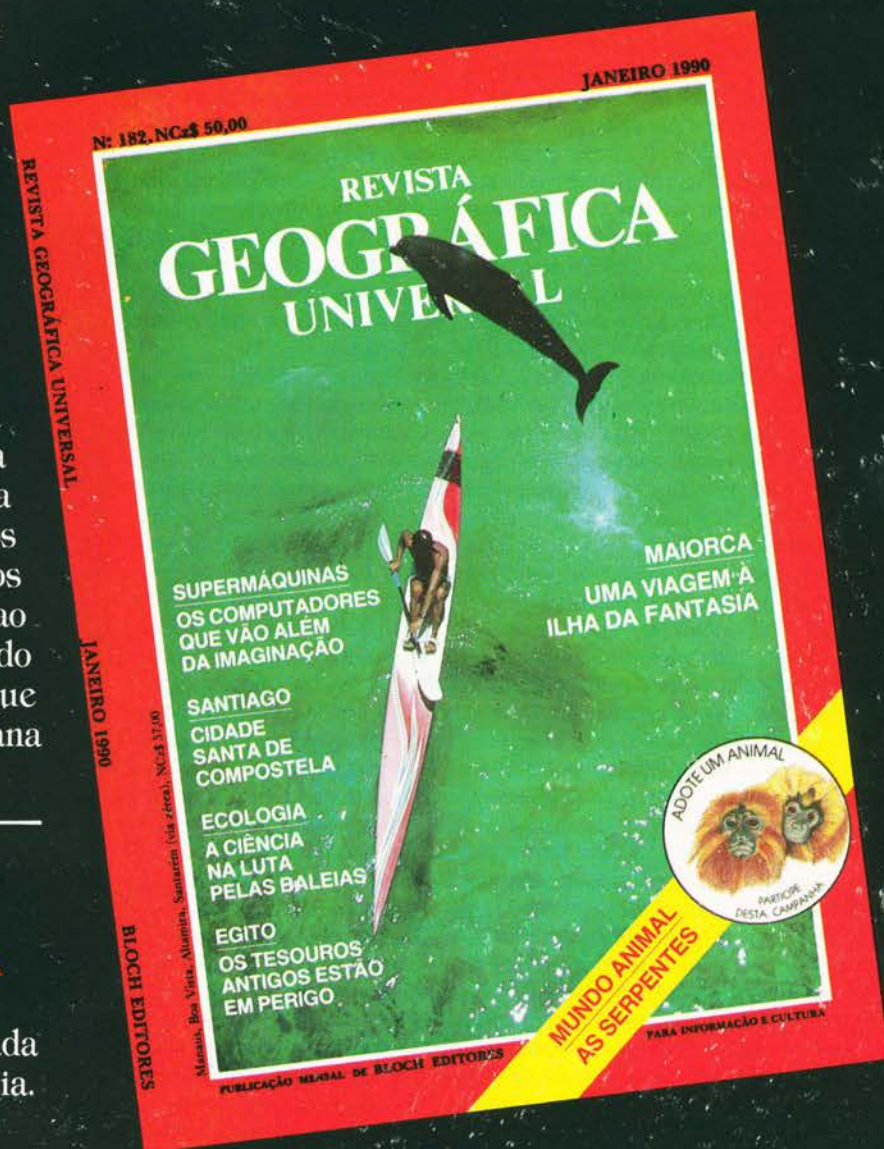
Ciência Hoje, Rio de Janeiro e Sucursais

A aventura da natureza, da ciência e da tecnologia é mais emocionante que qualquer ficção científica

A REVISTA GEOGRÁFICA UNIVERSAL leva, a cada mês, seus leitores a todos os continentes, para conhecer terras e povos, religiões e costumes, arte e folclore, política e economia. Aos ambientes naturais, para descobrir os segredos da fauna e da flora e a importância da ecologia. Ao espaço, para acompanhar fantásticos avanços da astronáutica, desvendando os mistérios do universo. E, ainda, ao fundo dos oceanos, ao interior do corpo humano e aonde quer que possa chegar a curiosidade humana em busca do conhecimento.

Entre para o mundo da
**REVISTA
GEOGRÁFICA
UNIVERSAL**

Um mundo redescoberto a cada
mês com emoção e inteligência.



PEDIDOS DE ASSINATURAS

Para fazer uma assinatura anual da REVISTA GEOGRÁFICA UNIVERSAL, remeta cheque nominal a Bloch Editores S.A., no valor de NCz\$ 600,00 (seiscientos cruzados novos), para Departamento de Assinaturas, Rua do Russell, 804, CEP 22210, Rio de Janeiro, RJ.

UMA PUBLICAÇÃO DE BLOCH EDITORES PARA INFORMAÇÃO E CULTURA

A REVOLUÇÃO DE LAVOISIER

O presente ano marca o bicentenário do malogro da Inconfidência Mineira e do êxito da Revolução Francesa. Menos divulgado entre o grande público, porém, é o bicentenário do que poderíamos chamar de nascimento da química moderna. Também em 1789, foi publicado o famoso *Traité Élémentaire de Chimie*, de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), livro que marcou época ao consolidar um processo, iniciado muitos anos antes, que ficou conhecido como a revolução química.

O livro de Lavoisier teve um impacto excepcional. Nos primeiros 16 anos após seu surgimento, foram publicadas 26 edições em várias línguas e países. Ele estabeleceu de tal maneira as bases da química moderna que ainda se pode reconhecer um parentesco entre esta e a química de Lavoisier e seus colaboradores.

Por que este trabalho foi considerado revolucionário e em que consistiu? Lavoisier não foi um descobridor de novas substâncias, como muitos contemporâneos seus. Seu mérito foi o de transformar uma ciência desconexa, com uma quantidade enorme de fatos conhecidos mas sem explicações abrangentes, em um edifício sólido e bem estruturado, apoiado em fundações resistentes. Foi ainda um grande organizador, sistematizando a química então conhecida através de uma nomenclatura, publicada em 1787, com a colaboração de três notáveis químicos (Guyton de Morveau, Berthollet e Fourcroy), que em grande parte continua a ser usada.

Sabia-se, por exemplo, que o elemento enxofre originava um composto de propriedades ácidas chamado óleo de vitríolo. Baseado na nomenclatura zoobotânica de Lineu, o novo sistema classificou as substâncias em famílias (todos os compostos obtidos a partir de um elemento, como o enxofre), gêneros (os tipos de compostos, como os ácidos de enxofre) e espécies (cada composto em particular, como o ácido sulfúrico, novo nome dado ao óleo de vitríolo).

As miríades de reações químicas e as substâncias produzidas foram explicadas por Lavoisier como simples combinações e recombinações de elementos, sem qualquer transmutação de um elemento em outro e sem criação ou destruição de matéria. Esta é a famosa lei da conservação da matéria, que leva seu nome. Suas descobertas resultaram da insistência em realizar experiências rigorosamente quantitativas, pe-

sando e medindo todas as substâncias envolvidas. As balanças que projetou e fez construir eram as mais precisas e sensíveis da época.

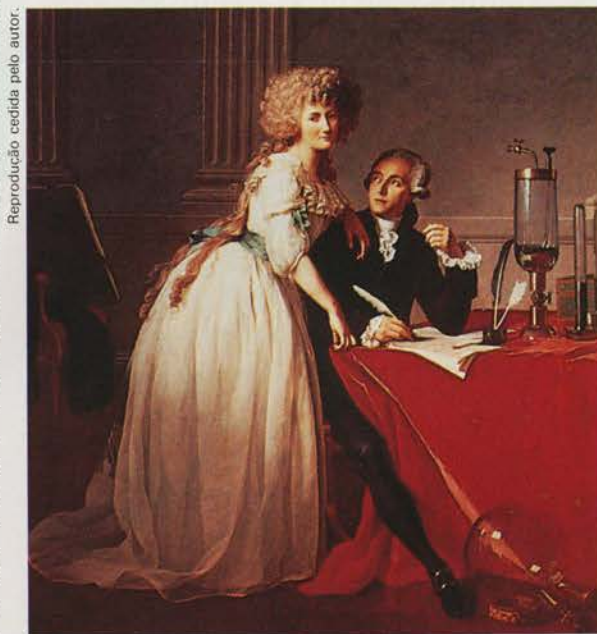
Lavoisier também explicou a composição da água, a partir do oxigênio e do hidrogênio (nomes inventados por ele), e a composição do ar atmosférico. Ele demonstrou que a água podia ser sintetizada a partir de duas partes de hidrogênio e uma de oxigênio e podia ser decomposta em uma reação inversa. Da mesma forma, comprovou que o ar que respiramos contém dois gases distintos: o oxigênio, que é vital, e um outro, que não sustenta nem a combustão nem a vida, por ele denominado azoto (isto é, sem vida) e hoje mais conhecido como nitrogênio.

Sua explicação para a combustão foi um ovo de Colombo que resolveu um grande número de problemas. Por que o carvão queima deixando resíduos (as cinzas) que pesam menos que o carvão original, enquanto um metal como o ferro (sob a forma de esponja, por exemplo, para facilitar o experimento) arde dando uma substância mais pesada que o metal utilizado? A confusão era enorme, e admitia-se a existência de uma substância misteriosa, o flogisto, considerado o princípio da combustibilidade, que seria perdido por qualquer material ao queimar-se. Como certas substâncias perdem massa na combustão, enquanto outras a ganham, acreditava-se que o flogisto poderia ter massa positiva ou negativa. Outros argumentavam que essa era uma questão especiosa: o flogisto seria algo incorpóreo, impossível de isolar ou pesar, como a luz, o calor ou o magnetismo.

Lavoisier liquidou com toda a especulação, simplesmente pesando todos os produtos das combustões, fossem sólidos ou voláteis. Assim, demonstrou que em toda combustão ocorre um acréscimo de massa, que consistiria na incorporação do gás oxigênio à substância que queima. O gás havia sido descoberto pouco antes, de for-

ma independente, por Scheele, na Suécia, e Priestley, na Inglaterra, mas estes dois eminentes químicos não explicaram satisfatoriamente o seu papel nas reações de combustão, problema que Lavoisier resolveu brilhantemente.

O fenômeno inverso — hoje chamado redução — também foi explicado por Lavoisier. Aquecendo-se o mercúrio na presença do ar, forma-se um sólido, o óxido de mercúrio, resultante da combinação do metal com o oxigênio (combustão). Aquecendo-se ainda mais o óxido, este se decompõe, regenerando o metal e liberando o gás



Lavoisier e esposa — quadro de Jacques-Louis David.

(redução). A explicação, corriqueira hoje em qualquer curso introdutório de química, foi extremamente importante naquela época.

Até Lavoisier, a química tinha sido uma ciência quase puramente descritiva, um emaranhado de receitas e explicações confusas. Após a revolução lavoisieriana, adquiriu a feição reconhecida hoje, de ciência da matéria, com a característica de previsão de fenômenos, que ensejou imenso progresso durante o século XIX e principalmente no atual.

Participante ativo da vida pública de seu país e ardoroso partidário da Revolução Francesa, como admitiu em carta de 1790 a Benjamin Franklin, Lavoisier acabou

tornando-se uma vítima do Terror, nome dado ao sistema implantado quando revolucionários radicais assumiram o poder. Em maio de 1794, o cientista foi guilhotinado sob a infundada acusação de malbaratar o dinheiro público e praticar crimes de lesa-pátria, mas pouco depois, encerrado o período do Terror, a Justiça francesa o inocentou, restituindo à viúva os bens confiscados.

Anotações feitas por Lavoisier em seu caderno de laboratório, em 1773, previam que uma grande revolução científica estava para ocorrer na química. Felizmente ele viveu para liderar essa revolução, que considerou realizada e completa a partir de 1790. Foi o primeiro caso na história em que um cientista pressentiu a magnitude e o caráter revolucionário de sua obra. São comuns os casos em que os protagonistas de realizações científicas de grande vulto não têm uma percepção clara do processo de ruptura e reconstituição em que estão engajados. É interessante o contraste entre essa situação e o que se passa com os revolucionários políticos, que têm o caráter

de sua ação sempre presente em suas cogitações.

Outro aspecto importante deve ser comentado quando se fala de Lavoisier. Seu famoso tratado foi publicado em um período conturbado da história da França, em meio a uma grave crise econômica, social e política, que culminou na Revolução Francesa. Ao mesmo tempo, porém, houve no período um intenso florescimento científico, com muitos cientistas de primeira grandeza em atividade: o próprio Lavoisier, Berthollet, Fourcroy, Laplace, Legendre, Monge e Jussieu, entre outros. Apesar do nefando período do Terror, a Revolução contribuiu significativamente para o progresso da ciência naquela época, seja instituindo a Comissão de Pesos e Medidas, responsável pelo sistema métrico, seja criando várias escolas superiores de primeira linha, que são até hoje o orgulho da França.

O Brasil também convive hoje, lamentavelmente, com uma crise de muitas faces, mas a ciência corre o risco de submergir por escassez de apoio. Se a França cometeu o

crime de cortar a cabeça ilustre de Lavoisier, o Brasil parece querer realizar o sonho de Calígula, que desejou uma única cabeça para toda a população de Roma, pois assim seria mais fácil cortá-la de um só golpe.

A falta de incentivo continuado ao desenvolvimento científico e tecnológico constitui insensatez suicida. No século XVII, ao perder o monopólio da produção açucareira e passar a competir com outros produtores, o Brasil optou por ampliar o sistema escravista de mão-de-obra, estagnando-se por mais de dois séculos, ao invés de modificar as técnicas existentes, inovando e promovendo o desenvolvimento. Este exemplo de insensatez não pode repetir-se. A comparação entre o Brasil atual e a França de 1789 pode, neste caso, estimular a meditação sobre a diferença de mentalidade entre povos e épocas diversas e sobre as conseqüências que isso pode acarretar.

Carlos A. L. Filgueiras

Departamento de Química,
Universidade Federal de Minas Gerais



Ecologia é coisa de veadinhos.

E de macaquinhos, de antinhas, de papagaiozinhos, de ararazinhas e também de manacás, pau-ferros, palmeiras, xaxins e toda a fauna e flora que habita nossas matas e que pede o direito de sobreviver. Mas que a devastação está fazendo desaparecer. Veja o caso da Mata Atlântica, por exemplo, essa maravilhosa massa de verde que acompanha o litoral brasileiro de Porto Alegre a Natal. Mais de 90% dessa mata já foi destruída e o restante corre o risco de desaparecer até o ano 2000, se não tomarmos providências agora. Juntando suas forças ao S.O.S. Mata Atlântica, um grupo de idealistas que não se deixa intimidar por dificuldades, xingamentos e ameaças, você pode conscientizar as autoridades sobre a importância da Mata Atlântica e adotar ações concretas para evitar sua destruição. Inscreva-se pelos telefones (011) 887.1195 e 887.0559 e dê sua contribuição depositando o que desejar na conta nº 00090-0, agência 0183 do Banco Itaú. Senão, daqui a pouco, ficaremos sem os veadinhos, sem o verde, sem o azul, sem o amarelo. Av. Brig. Luiz Antônio, 4442 - 01402 - São Paulo - SP. FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA

OUROVIDA



QUEM AMA FAZ AGORA.



Ourovida é o seguro que o Banco do Brasil oferece pra valorizar a sua vida, dando tranqüilidade a toda a sua família.

Tem a garantia do maior banco do Brasil, de grandes seguradoras e ainda apresenta vantagens excepcionais para você. Veja só.

Contratando o Ourovida com o seu Ourocard, seu seguro passa a valer de imediato, mesmo que o pagamento seja feito com trinta dias ou mais. Você é quem escolhe o plano, podendo optar também por débito em conta corrente ou crédito rotativo.

Faça logo um Ourovida. Uma prova de amor que só você pode dar a sua família.



BANCO DO BRASIL

BB CORRETORA

Porque a vida vale ouro

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

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846, 295-4442, 275-8795. Telex: (021) 36652.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Otávio Velloso (Museu Nacional, UFRJ), Ary Sergio Sabatino Ramôa (editor convidado), Ildeu de Castro Moreira (editor colaborador), Alicia Palacios (secretária).

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Angelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), José C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Luís Rodolpho R. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Luiz Bevilacqua (Copepe/UFRJ), Marco Antonio Raupp (Instituto de Pesquisas Espaciais), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/UFRJ), Sergio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Silviano Santiago (Departamento de Letras, PUC/RJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Edição de Texto: Maria Ignez Duque Estrada e Marília Martins; Regina Ferreira (revisora).

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Vera Rita Costa (assistente); Soraya Araújo (secretária).

Jornalismo: Alicia Ivanisovich, Luisa Massarani, Sergio Portella.

Edição de Arte: Patrícia Galliez de Salles (diretora de arte), Lillian de Abreu Mota (assistente de direção), Christiane Abbade e Denise Arnizaut de Mattos (diagramadoras), Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista), Marta Rodrigues (arte-finalista).

Administração: Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerente), Neuza Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Cláudio Costa Carvalho, Pedro Paulo de Souza, Carmen Lúcia Gonçalves Leal, Maria do Rosário, Charle Gonçalves dos Santos, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Paulo Henrique G. Fonseca (programador), Maria Lúcia da G. Pereira (secretária), Moisés V. dos Santos, Luciene dos Santos Azevedo (aux. de escritório), Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Janair do Nascimento Fonseca, José A. Vianna, José Correia da Silva, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio Grozima Aguiar, Ricardo Francisco Alves, Valmir Narciso Vidal. Tel.: (021) 270-0548.

Departamento Comercial: Álvaro Roberto S. Moraes (gerente), Irani F. Araújo (secretária).



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, pelo reconhecimento de sua operosidade, respeito à sua pessoa, liberdade de pesquisa e de opinião, bem como do seu direito aos meios necessários à realização de seu trabalho; lutar pela remoção de empecilhos e incompreensões que embarcam o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congregar pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem a objetivos semelhantes; representar aos poderes públicos ou a entidades particulares, solicitando medidas referentes aos objetivos da Sociedade; incentivar e estimular o interesse do público em relação à ciência e à cultura; e atender a outros objetivos que não colidam com seus estatutos.

Atividades da SBPC. A SBPC organiza e promove reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm oportunidade de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que pode participar dos debates. Assuntos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948, a SBPC reúne hoje mais de 20.000 associados, e em suas reuniões apresenta cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realiza 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.

A SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*. São publicados suplementos durante as reuniões anuais, contendo os resumos

Encarte Infantil (bimestral): Guaracira Gouvêa (coordenadora), Ângela R. Vianna (editora de texto).

Colaboraram neste número: Maria Luiza X. de A. Borges, Luiz Ricardo Menandro e Ulisses Capozoli (edição de texto); Rachel Valença, Edna Cavalcanti e Haidee C. de Almeida (revisão); Sônia Regina P. Cardoso (pesquisa iconográfica e revisão); Edna de Assis Ferreira (bibliotecária).

Capa: *Prepona demophon* (Linné). Foto Jorge Kesselring.

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), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elísio Carlini (Departamento de Psicobiologia, EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Welfort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velloso (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Goldenberg (Instituto de Física, USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia, EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências, UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luís de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica, CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moyses Nussenzweig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo Porchat Pereira (Centro de Física, Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências, UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental, UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Maria Souza Muniz — Depto. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG. C. Postal 2486, CEP 31160, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lúcia Maciel, Luiz Martins e Margareth Evangelista Marmori — Depto. de Sociologia, UNB — ICC — Ala Centro — Campus Universitário — 70910 — Brasília, tel.: (061) 273-6571.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina Del Vecchio de Lima, Rua Eurípedes Garcez do Nascimento, 430, CEP 80530, tel.: (041) 233-8691.

dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a SBPC tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios que organiza periodicamente.

O corpo de associados. Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber a revista *Ciência e Cultura* e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*. **Sede nacional:** Rua Pedroso de Moraes, 1.512, Pinheiros, S. Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **AC** — Univ. Federal do Acre, Depto. de Ciências da Natureza, BR 364 km 5, tel.: 266-1422 ramal 111 ou 145 (Maurício Luiz Aldridge); **AL** — Univ. Federal de Alagoas — CCBI, Depto. de Biologia — Praça Afrânio Jorge, s/nº — Prado — Maceió (Fábio José Castelo Branco Costa); **AM** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1.756, tel.: 236-9400 ramal 136 (Adalberto Luis Val); **BA** — Univ. Federal da Bahia, Instituto de Física, Campus Universitário, da Federação, tels.: 247-2714 e 247-0646 (Caio Mário Castro Castilho); **CE** — Univ. Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, C. Postal 12155, Benfica, 60.000, Fortaleza — CE, tel.: 227-2420 (Marcus Raimundo Vale); **Curitiba** (seccional) — Univ. Federal do Paraná, Instituto de Bioquímica, C. Postal 939 (Glaci Theresinha Zancan); **DF** — Univ. de Brasília, Instituto Central de Ciências, Bl. A, sobreloja, sala 301, tel.: 273-4780 (João Luís Homem de Carvalho); **ES** — Univ. Federal do Espírito Santo, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 227-4733 ramal 267 (Klinger Marcos Barbosa Alves); **GO** — Univ. Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, tel.: 261-0333 r. 150 ou 152 (Joaquim Tomé de Souza); **Londrina** (seccional) — Univ. Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Geral, C. Postal 6001, tel.: 27-5151 ramal 247 ou 477 (Ana Odete Santos Vieira); **MA** — Rua Andaraí, 11 Quadra P. S. Francisco, tel.: 222-4338 (Vera Lúcia Rolim Sales);

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

Sucursal Porto Alegre: Edmundo Kanan Marques, José Secundino da Fonseca — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS — CEP 90040, tel.: (0512) 27-5529.

Sucursal Recife: Sergio M. Rezende, Cristina Teixeira V. de Melo (estagiária) — Praça das Cinco Pontas, 321, 1º andar, São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-8511.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Nelson Studart Filho, Carlos D'Alkaine, Angelo César Piasse — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, rua Nove de Julho, 1.227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Wilson Racy Jr., Carmen Lúcia Visconti Weingrill, Glaucio C. Lobão — Av. Professor Luciano Gualbert, 374 — Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, CEP 05508, tels.: (011) 814-6656 e 813-3222 ramal 2.713.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fábila de Oliveira — Av. dos Astronautas, 1.758, Caixa Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos (SP), tel.: (0123) 22-9977 ramal 593.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835 — Cuerpo A — 5º "A" — (1193) Capital Federal — tels.: (00541) 961-1824 e 962-1330. Neste endereço pode adquirir-se *Ciência Hoy* (preço sujeito a confirmação). Na sede de *Ciência Hoje* pode adquirir-se *Ciência Hoy* por NCz\$ 75,00 ou assinar (6 números) por NCz\$ 450,00.

Assinaturas: Brasil (11 números): NCz\$ 750,00. América Latina e África (11 números): US\$ 40,00 (superfície) e US\$ 80,00 (aérea). EUA e Europa (11 números): US\$ 50,00 (superfície) e US\$ 100,00 (aérea). Número atrasado: NCz\$ 75,00.

ISS-0101-8515. Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chingilá Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Renart Fotolito, Fotocomposição e Editora Ltda. **Fotolito:** Grafcolor Reproduções Gráficas Ltda.

Impressão: Bloch Editores 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 à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), a VITAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social e a Fundação Banco do Brasil. *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Publicidade São Paulo: Rudiger Ludemann, Douglas Sampaio Venditti, Angela de Moraes, Rose dos Anjos, rua Gal. Jardim, 618 — 2º andar — conj. 21, tel.: (011) 259-5399; **Rio de Janeiro:** Álvaro R. S. Moraes, tel.: (021) 295-4846.



MT — C. Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); **MS** — C. Postal 189 (Wilson Ferreira de Melo); **MG** — Rua Pimmonete, 590, tel.: 441-2541 (Ewoldo Mello de Carvalho); **PA** — Rua Olaria, Conj. Orquidea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olaivo de Faria Galvão); **PB** — Univ. Federal da Paraíba, C. Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunes-maia); **PR** — Univ. Estadual de Maringá, av. Colombo, 3.690, tel.: 22-4242 ramal 313 ou 265 (Ueslei Teodoro); **Pelotas** (seccional) — Univ. Federal de Pelotas, Depto. de Ciências dos Alimentos (José Antônio G. Aleixo); **PE** — Prédio do CNPq, ANE 1º andar, Pq. das Cinco Pontas, 321, S. José, tel.: 224-8511 (Luiz Antônio Marcuschio); **PI** — Rua Prof. Darcy Araújo, 1.639, São Cristóvão, tels.: 232-1212 ou 232-1211 ramal 250 (Manoel Chaves Filho); **RN** — Univ. Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas, Depto. de Informática, Campus Universitário — Natal (Pedro Fernandes Maia); **RS** — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS, tel.: 27-5529 (Bazília C. de Souza); **RJ** — Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Carlos Alberto Coimbra); **RO** — Univ. de Rondônia, av. Presidente Dutra, s/nº, tel.: 223-3262 ramal 33 (Sebastião Luiz dos Santos); **SP** (subárea I) — Univ. de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Depto. de Geografia, C. Postal 8105, tel.: 262-6314 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto. de Genética, C. Postal 83, Piracicaba, tel.: 33-0011 ramal 125 ou 126 (Geraldo Antonio Tosello); **SP** (subárea III) — Univ. Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, tel.: 22-4000 ramal 229 ou 230 (Samira Miguel Campos de Araújo); **SC** — Univ. Regional de Blumenau, rua Antônio da Veiga, 140, C. Postal 7-E, tel.: 22-8288 ramal 33 (Ivo Marcos Theis); **Santa Maria** (seccional) — Univ. Federal de Santa Maria, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 226-1616 ramal 2.137 ou 2.455 (Ronaldo Mota); **SE** — Rua Hermínio Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1331 (Maria Helena Santa Cruz).

ÍNDICE
DO
VOLUME

10

AUTORES

- ANJOS, Luiz dos. A gralha-azul e o pinheiro, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
- ARAÚJO, Valdemira Maria Nunes de. Repovoação de lagostas no habitat natural, nº 57, p. 66.
- ARMELIN, Hugo *et alii*. Perfil de José Moura Gonçalves, nº 59, p. 66.
- ARMELIN, Mari. Genes que regulam a proliferação celular (Nobel 1989 em Medicina e Fisiologia), nº 60, p. 11.
- BAGNATO, Vanderlei Salvador. Os segredos do átomo (Nobel 1989 em Física), nº 60, p. 10.
- BALI, Naren *et alii*. Entrevista com Juan José Giambiagi, nº 55, p. 60.
- BARBOSA, Fernando de Holanda. Uma injustiça reparada (Nobel 1989 em Economia), nº 60, p. 12.
- BERTOLLI FILHO, Cláudio. A gripe espanhola em São Paulo, nº 58, p. 30.
- BISPO, Maria das Graças S. *et alii*. Filtros biológicos, nº 58, p. 10.
- BLASCOVI-ASSIS, Silvana Maria e Maria Inês Bacellar Monteiro. Atividade física para crianças com síndrome de Down, nº 56, p. 10.
- BOIDO, Guillermo *et alii*. Entrevista com Juan José Giambiagi, nº 55, p. 60.
- BONJARDIM, Cláudio Antônio e Francisco G. da Nóbrega. O ARN que imita as enzimas, nº 60, p. 14.
- BRAGA, Ricardo e Raimundo Lima. Itaparica: bichos e plantas no doce mar do sertão, nº 56, p. 54.
- BRETAS, Marcos Luiz. Navalhas e capoeiras: uma outra queda, nº 59, p. 56.
- CÁCERES, Alfredo. A arquitetura dos neurônios, nº 57, p. 46.
- CALAFANGE, Yolanda e Cláudia de Miranda. Ori (dobrar) Kami (papel), *in* Ciência Hoje das Crianças 15, nº 60.
- CALMANOVICI, Carlos Eduardo, Roberto Guardani e Marco Giulietti. Fertilizantes: indústria para nutrição das plantas, nº 57, p. 26.
- CAMARGO, Erney P. *et alii*. Perfil de José Moura Gonçalves, nº 59, p. 66.
- CANDOTTI, Ennio *et alii*. Entrevista com Juan José Giambiagi, nº 55, p. 60.
- CARNEIRO, Celso Dal Ré. Erosão, *in* Ciência Hoje das Crianças 15, nº 60.
- CARVALHO, José Murilo de. As proclamações da República, nº 59, p. 26.
- CARVALHO, Roberto Barros de. Hidroxiapatita na odontologia brasileira, nº 55, p. 10.
- _____ *et alii*. Entrevista com Juan José Giambiagi, nº 55, p. 60.
- _____ *et alii*. Nem castigo divino, nem mal hereditário, nº 60, p. 54.
- CASCUDO, Luiz da Câmara. A lenda da gralha-azul, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
- CAZZULO, Juan J. e Alberto C. Frasch. Prevenção do mal de Chagas, nº 55, p. 24.
- CERQUEIRA, Rui. Padrões de extinção no registro fóssil, nº 55, p. 20.
- CHAVES, Carlos Maurício G. Ferreira. Fenômenos de agregação, nº 55, p. 26.
- CHIAN, Abraham C. L. *et alii*. Auroras, nº 60, p. 26.
- CICHOSKI, Luiz V. A vida da mulher rural em Nova Erechim, nº 59, p. 72.
- CIPOLLA-NETO, José *et alii*. Ritmos da vida, nº 58, p. 42.
- COHN, Amélia. Preconceito secular contra uma doença lendária, nº 60, p. 58.
- COSTA, Dina Czeresnia. Política indigenista e assistência à saúde, nº 55, p. 68.
- COSTA, Vera Rita. Entrevista com Elza Berquó, nº 58, p. 58.
- _____ Xingu: hidrelétricas coroam quatro séculos de agressões, nº 59, p. 74.
- _____ *et alii*. Meningite: epidemia em debate, nº 56, p. 70.
- _____ *et alii*. Perfil de José Moura Gonçalves, nº 59, p. 66.
- COVIAN, Miguel R. O problema cérebro e mente, nº 58, p. 16.
- CRAPEZ, Miriam A. C. *et alii*. Filtros biológicos, nº 58, p. 10.
- CUNHA, Fernando de Queiroz e Carlos Alberto Flores. Febre: novas descobertas sobre um velho fenômeno, nº 55, p. 19.
- CURI, Rui e Luiz Cláudio Fernandes. Insulina, possível terapia para tumores, nº 59, p. 10.
- D'ARAÚJO, Maria Celina Soares. Como vai a política fluminense, nº 58, p. 50.
- DE ANGELIS, Rebeca C. As fontes nutricionais do cálcio, nº 57, p. 8.
- DE-POLLI, Helvécio e Johanna Dobereiner. Uma bactéria para a agricultura, nº 55, p. 16.
- DERBY, Orville. O estado atual da ciência no Brasil, nº 59, p. 18.
- DOBEREINER, Johanna e Helvécio De-Polli. Uma bactéria para a agricultura, nº 55, p. 16.
- FALCON, Francisco J. Calazans. Bicentenário nas livrarias: o que há de melhor para ler sobre a Revolução Francesa, nº 59, p. 22.
- FERNANDES, Luiz Cláudio e Rui Curi. Insulina: possível terapia para tumores, nº 59, p. 10.
- FERREIRA, José Tércio B. *et alii*. Feromônios no controle de

- pragas, nº 60, p. 32.
- FERREIRA, M. Portugal. José Bonifácio, mineralogista, nº 56, p. 21.
- FILGUEIRAS, Carlos A. L. A revolução de Lavoisier, nº 60, p. 60.
- FLORES, Carlos Alberto e Fernando de Queiroz Cunha. Febre: novas descobertas sobre um velho fenômeno, nº 55, p. 19.
- FONSECA, Gustavo A. B. da e Marise Muniz. Entrevista com Kenton Miller, nº 60, p. 18.
- FRASCH, Alberto C. e Juan J. Cazzulo. Prevenção do mal de Chagas, nº 55, p. 24.
- FRENKEL, Roberto. Hiperinflação: o inferno tão temido, nº 55, p. 42.
- GARUTTI, Valdener. Híbridos de pacu e tambaqui na piscicultura, nº 60, p. 6.
- GASPAROTTO, João Valentin *et alii*. Feromônios no controle de pragas, nº 60, p. 32.
- GAZIRI, Luis Carlos. Origem do perineuro, a capa que recobre os nervos, nº 58, p. 14.
- GIULIETTI, Marco, Carlos Eduardo Calmanovici e Roberto Guardani. Fertilizantes: indústria para nutrição das plantas, nº 57, p. 26.
- GONÇALVES, Vagner e Reginaldo Prandi. Deuses tribais de São Paulo, nº 57, p. 34.
- GONZALEZ, Alicia L. C. *et alii*. Auroras, nº 60, p. 26.
- GONZALEZ, Walter D. *et alii*. Auroras, nº 60, p. 26.
- GUARDANI, Roberto, Marco Giulietti e Carlos Eduardo Calmanovici. Fertilizantes: indústria para nutrição das plantas, nº 57, p. 26.
- HIRATA, Helena. Empresa e sociedade: Brasil, França e Japão, nº 55, p. 74.
- IGLÉSIAS, Francisco. Resenha sobre *Formação econômica do Brasil*, de Celso Furtado, nº 60, p. 50.
- IVANISSEVICH, Alicia. O pincel mágico de Margaret Mee, nº 55, p. 76.
- _____ *et alii*. Meningite: epidemia em debate, nº 56, p. 70.
- _____ *et alii*. Nem castigo divino, nem mal hereditário, nº 60, p. 54.
- KESSELRING, Jorge. Agrias, a rainha das borboletas, nº 60, p. 40.
- LANGENBACH, Tomaz. Pesticidas: tecnologia sofisticada em mãos desinformadas, nº 56, p. 66.
- LEONARDO, Ana Maria Costa. A guerra química dos cupins, nº 56, p. 26.
- LEVY, Maria Bárbara. República S. A.: a economia que derrubou o Império, nº 59, p. 34.
- LIMA, Raimundo e Ricardo Braga. Itaparica: bichos e plantas no doce mar do sertão, nº 56, p. 54.
- LUTZENBERGER, José. Lixo, material bom em lugar errado, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
- MARMORI, Margareth e Sergio Portella. A responsabilidade de uma lei, nº 58, p. 68.
- MARQUES, Mirian David *et alii*. Ritmos da vida, nº 58, p. 42.
- MARQUES, Nelson *et alii*. Ritmos da vida, nº 58, p. 42.
- MARTIN, Gabriela. Itaparica: dez mil anos de história, adeus, nº 56, p. 50.
- MASPERI, Luiz *et alii*. Entrevista com Juan José Giambiagi, nº 55, p. 60.
- MENCK, Carlos Frederico M. e Lyria Mori. Camundongos de encomenda, nº 59, p. 14.
- MENDONÇA, Elisabeth F. O que é a meningite?, nº 56, p. 71.
- MENNA-BARRETO, Luiz *et alii*. Ritmos da vida, nº 58, p. 42.
- MIRANDA, Claudia de e Yolanda Calafange. Ori(dobrar) Kami (papel), *in* Ciência Hoje das Crianças 15, nº 60.
- MIRANDA, Jonas e Luiz Velho. Computação gráfica, nº 56, p. 36.
- MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Enos e o clima no Brasil, nº 58, p. 22.
- MONTEIRO, Maria Inês Bacellar e Silvana Maria Blascovi-Assis. Atividade física para crianças com síndrome de Down, nº 56, p. 10.
- MOREIRA, Ildeu de Castro *et alii*. Entrevista com Juan José Giambiagi, nº 55, p. 60.
- MORI, Lyria e Carlos Frederico M. Menck, Camundongos de encomenda, nº 59, p. 14.
- MOTA, Ivan. Mistérios do linfócito T, nº 57, p. 14.
- MOURA, José Inácio L. *et alii*. Feromônios no controle de pragas, nº 60, p. 32.
- MUNIZ, Marise. Esquistossomose na berlinda, nº 59, p. 12.
- _____ . Desdentados e desassistidos, nº 55, p. 12.
- _____ e Gustavo A. B. da Fonseca. Entrevista com Kenton Miller, nº 60, p. 18.
- _____ *et alii*. Nem castigo divino, nem mal hereditário, nº 60, p. 54.
- NÓBREGA, Francisco G. e Cláudio Antônio Bonjardim. O ARN que imita as enzimas, nº 60, p. 14.
- _____ ARNs catalíticos e origem da vida (Nobel 1989 em Química), nº 60, p. 13.
- OLIVEIRA, Pedro A. Ribeiro de. Resenha sobre *Igreja católica e política no Brasil*, de Scott Mainwaring, nº 55, p. 22.
- OTTO, Paulo A. Resenha sobre o *Curso prático de bioestatística*, de Bernardo Beiguelman, nº 55, p. 23.
- PÁDUA, José Augusto. José Bonifácio, conservacionista, nº 56, p. 16.
- PALERMO NETO, João. Anabolizantes em agropecuária: uma avaliação crítica, nº 57, p. 18.
- PANDOLFI, Maria Lia Corrêa de Araújo. Itaparica: terra por terra na beira do grande lago, nº 56, p. 58.
- PANNONI, Fábio Domingos e Stephan Wolyne. A ferrugem que protege, nº 57, p. 54.
- PATRUS, Orcanda Andrade. Fogo selvagem, endemia brasileira, nº 56, p. 8.
- PINTO, Ângelo Cunha. Éteres em coroa: uma descoberta casual, nº 57, p. 13.
- PINTO, Iara R. C. A. *et alii*. Auroras, nº 60, p. 26.
- PINTO JUNIOR, Osmar *et alii*. Auroras, nº 60, p. 26.
- PORTELLA, Sergio e Margareth Marmori. A responsabilidade de uma lei, nº 58, p. 68.
- PORTO, Maria Luiza. Plantas detectoras de metais, nº 55, p. 8.
- PRANDI, Reginaldo e Vagner Gonçalves. Deuses tribais de São Paulo, nº 57, p. 34.
- REBELO-MOCHEL, Flávia. Para alguma coisa o lixo serve, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
- REIS, George A. dos. Parentescos moleculares no sistema imune, nº 57, p. 12.
- RUSZCZYK, Alexandre. Lagarta-da-palmeira: nossa amiga ou inimiga?, nº 58, p. 70.
- SANTOS, Ricardo Ventura. Comportamento condiciona doença de Chagas, nº 56, p. 64.
- SARNO, Euzenir Nunes. Sarcoma de Kaposi, um câncer ligado à Aids, nº 59, p. 16.
- SEIDL, Peter Rudolf. A ressonância magnética nuclear e as proteínas, nº 60, p. 16.
- SILVA, Ana Amélia Benedito *et alii*. Ritmos da vida, nº 58, p. 42.
- SILVA, José Carlos da. Um inseticida natural, nº 57, p. 72.
- SIMON, David. Resenha sobre *Expansão nuclear alemã*, de Cesare Giuseppe Galvan, nº 58, p. 66.
- SIMONSEN, Mário Henrique. Inflação: interpretações brasileiras, nº 55, p. 56.
- SOARES, Bárbara Musumeci. Novas perspectivas no relacionamento amoroso, nº 58, p. 62.

- SORIA, Saulo Jesús. A mosca que rende US\$ 1 bilhão, nº 57, p. 68.
- TAVARES, Maria da Conceição. Inflação: limites do liberalismo, nº 55, p. 52.
- TOSTA, Zilmar Teixeira *et alii*. Filtros biológicos, nº 58, p. 10.
- TSURUTANI, Bruce T. *et alii*. Auroras, nº 60, p. 26.
- UHL, Christopher e Ima Célia Guimarães Vieira. Seleção predatória, nº 55, p. 34.
- VELHO, Luiz e Jonas Miranda. Computação gráfica, nº 56, p. 36.
- VENTURA, Roberto. Cabeças cortadas em Canudos, nº 59, p. 48.
- VERSIANI, Flávio Rabelo. Resenha sobre *Formação econômica do Brasil*, de Celso Furtado, nº 60, p. 51.
- VIEIRA, Ima Célia Guimarães e Christopher Uhl. Seleção predatória, nº 55, p. 34.
- VILELA, Evaldo Ferreira *et alii*. Feromônios no controle de pragas, nº 60, p. 32.
- WEINGRILL, Carmen *et alii*. Meningite: epidemia em debate, nº 56, p. 70.
- WERNECK DA SILVA, José Luiz. O 15 de novembro e a imprensa de Paris, nº 59, p. 42.
- WOLYNEC, Stephan e Fábio Domingos Pannoni. A ferrugem que protege, nº 57, p. 54.

ARTIGOS

Este índice está organizado de forma a destacar as palavras-chave que aparecem nos títulos dos artigos. Portanto, um artigo pode ter duas ou mais entradas.

- A arquitetura dos neurônios, por Alfredo Cáceres, nº 57, p. 46.
- A ferrugem que protege, por Fábio Domingos Pannoni e Stephan Wolynec, nº 57, p. 54.
- Agrias, a rainha das borboletas, por Jorge Kesselring, nº 60, p. 40.
- Agregação, fenômenos de, por Carlos Maurício G. Ferreira Chaves, nº 55, p. 26.
- A gripe espanhola em São Paulo, por Cláudio Bertolli Filho, nº 58, p. 30.
- A guerra química dos cupins, por Ana Maria Costa Leonardo, nº 56, p. 26.
- As proclamações da República, por José Murilo de Carvalho, nº 59, p. 26.
- Auroras, por Walter D. Gonzalez, Osmar Pinto Junior, Alicia L. C. Gonzalez, Abraham C. L. Chian, Iara R. C. A. Pinto e Bruce T. Tsurutani, nº 60, p. 26.
- Bichos e plantas no doce mar do sertão, por Ricardo Braga e Raimundo Lima, nº 56, p. 54.
- Borboletas, Agrias, a rainha das, por Jorge Kesselring, nº 60, p. 40.
- Cabeças cortadas em Canudos, por Roberto Ventura, nº 59, p. 48.
- Clima no Brasil, Enos e o, por Luiz Carlos Baldicero Molion, nº 58, p. 22.
- Como vai a política fluminense, por Maria Celina Soares d'Araújo, nº 58, p. 50.
- Computação gráfica, por Jonas Miranda e Luiz Velho, nº 56, p. 36.
- Cupins, a guerra química dos, por Ana Maria Costa Leonardo, nº 56, p. 26.
- Deuses tribais de São Paulo, por Reginaldo Prandi e Vagner Gonçalves, nº 57, p. 34.
- Dez mil anos de história, adeus, por Gabriela Martin, nº 56, p. 50.
- Enos e o clima no Brasil, por Luiz Carlos Baldicero Molion, nº 58, p. 22.
- Fenômenos de agregação, por Carlos Maurício G. Ferreira Chaves, nº 55, p. 26.
- Feromônios no controle de pragas, por Evaldo Ferreira Vilela, José Tércio B. Ferreira, João Valentin Gasparotto e José Inácio L. Moura, nº 60, p. 32.
- Ferrugem que protege, a, por Fábio Domingos Pannoni e Stephan Wolynec, nº 57, p. 54.
- Fertilizantes: indústria para nutrição das plantas, por Carlos Eduardo Calmanovici, Roberto Guardani e Marco Giuliatti, nº 57, p. 26.
- Fractais (Fenômenos de agregação), por Carlos Maurício G. Ferreira Chaves, nº 55, p. 26.
- Gripe espanhola em São Paulo, a, por Cláudio Bertolli Filho, nº 58, p. 30.
- Guerra química dos cupins, a, por Ana Maria Costa Leonardo, nº 56, p. 26.
- Hiperinflação: o inferno tão temido, por Roberto Frenkel, nº 55, p. 42.
- Inflação: interpretações brasileiras, por Mário Henrique Simonsen, nº 55, p. 56.
- Inflação: limites do liberalismo, por Maria da Conceição Tavares, nº 55, p. 52.
- Itaparica: bichos e plantas no doce mar do sertão, por Ricardo Braga e Raimundo Lima, nº 56, p. 54.
- Itaparica: dez mil anos de história, adeus, por Gabriela Martin, nº 56, p. 50.
- Itaparica: terra por terra na beira do grande lago, por Maria Lia Corrêa de Araújo Pandolfi, nº 56, p. 58.
- Liberalismo, inflação: limites do, por Maria da Conceição Tavares, nº 55, p. 52.
- Navalhas e capoeiras: uma outra queda, por Marcos Luiz Bretas, nº 59, p. 56.
- Neurônios, a arquitetura dos, por Alfredo Cáceres, nº 57, p. 46.
- O 15 de novembro e a imprensa de Paris, por José Luiz Werneck da Silva, nº 59, p. 42.
- Política fluminense, como vai a, por Maria Celina Soares d'Araújo, nº 58, p. 50.
- Pragas, feromônios no controle de, por Evaldo Ferreira Vilela, José Tércio B. Ferreira, João Valentin Gasparotto e José Inácio L. Moura, nº 60, p. 32.
- Proclamações da República, as, por José Murilo de Carvalho, nº 59, p. 26.
- Ritmos da vida, por Mirian David Marques, Nelson Marques, Luiz Menna-Barreto, Ana Amélia Benedito Silva e José Cipolla-Neto, nº 58, p. 42.
- República S.A.: a economia que derrubou o Império, por Maria Bárbara Levy, nº 59, p. 34.
- Seleção predatória, por Christopher Uhl e Ima Célia Guimarães Vieira, nº 55, p. 34.
- Terra por terra na beira do grande lago, por Marília C. de Araújo Pandolfi, nº 56, p. 58.

SEÇÕES

Este índice está organizado de forma a destacar as palavras-chave que aparecem nos títulos das seções. Portanto, uma seção pode ter duas ou mais entradas.

Agricultura, uma bactéria para a, por Helvécio De-Polli e Johanna Dobereiner, nº 55, p. 16.
 Agropecuária, anabolizantes em, uma avaliação crítica, por João Palermo Neto, nº 57, p. 18.
 AIDS, sarcoma de Kaposi, um câncer ligado à, por Euzenir Nunes Sarno, nº 59, p. 16.
 A mosca que rende US\$ 1 bilhão, por Saulo Jesús Soria, nº 57, p. 68.
 Anabolizantes em agropecuária: uma avaliação crítica, por João Palermo Neto, nº 57, p. 18.
 A responsabilidade de uma lei (Diretrizes e bases para a educação), por Margareth Marmori e Sergio Portella, nº 58, p. 68.
 A ressonância magnética nuclear e as proteínas, por Peter Rudolf Seidl, nº 60, p. 16.
 A revolução de Lavoisier, por Carlos A. L. Filgueiras, nº 60, p. 60.
 ARNs catalíticos e origem da vida (Nobel 1989 em Química), por Francisco G. da Nóbrega, nº 60, p. 13.
 As fontes nutricionais do cálcio, por Rebeca C. De Angelis, nº 57, p. 8.
 Atividade física para crianças com síndrome de Down, por Silvana Maria Blascovi-Assis e Maria Inês Bacellar Monteiro, nº 56, p. 10.
 Átomo, os segredos do, (Nobel 1989 em Física), por Vanderlei S. Bagnato, nº 60, p. 10.
 A vida da mulher rural em Nova Erechim, por Luiz V. Cichoski, nº 59, p. 72.
 Bactéria, uma, para a agricultura, por Helvécio De-Polli e Johanna Dobereiner, nº 55, p. 16.
 Cálcio, as fontes nutricionais do, por Rebeca C. de Angelis, nº 57, p. 8.
 Camundongos de encomenda, por Carlos Frederico M. Menck e Lyria Mori, nº 59, p. 14.
 Cérebro e mente, o problema, por Miguel R. Covian, nº 58, p. 16.
 Chagas, comportamento condiciona doença de, por Ricardo Ventura Santos, nº 56, p. 64.
 Chagas, prevenção do mal de, por Juan J. Cazzulo e Alberto C. Frasch, nº 55, p. 24.
 Ciência no Brasil, o estado atual da, por Orville Derby, nº 59, p. 18.
 Comportamento condiciona doença de Chagas, por Ricardo Ventura Santos, nº 56, p. 64.
 Desdentados e desassistidos, por Marise Muniz, nº 55, p. 12.
 Diretrizes e bases para a educação. A responsabilidade de uma lei, por Margareth Marmori e Sergio Portella, nº 58, p. 68.
 Doença de Chagas, comportamento condiciona, por Ricardo Ventura Santos, nº 56, p. 64.
 Empresa e sociedade: Brasil, França e Japão, por Helena Hirata, nº 55, p. 74.
 Enzimas, o ARN que imita as, por Francisco G. Nóbrega e Cláudio Antonio Bonjardim, nº 60, p. 14.
 Esquistossomose na berlinda, por Marise Muniz, nº 59, p. 12.
 Éteres em coroa: uma descoberta casual, por Ângelo Cunha Pinto, nº 57, p. 13.
 Febre: novas descobertas sobre um velho fenômeno, por Fernan-

do de Queiroz Cunha e Carlos Alberto Flores, nº 55, p. 19.
 Filtros biológicos, por Miriam A. C. Crapez, Zilmar Teixeira Tosta e Maria das Graças S. Bispo, nº 58, p. 10.
 Fogo selvagem, endemia brasileira, por Orcanda Andrade Patrus, nº 56, p. 8.
 Fóssil, padrões de extinção no registro, por Rui Cerqueira, nº 55, p. 20.
 Genes que regulam a proliferação celular (Nobel 1989 em Medicina e Fisiologia), por Mari Armelin, nº 60, p. 11.
 (Hanseníase) Nem castigo divino, nem mal hereditário, por Roberto Barros de Carvalho, Marise Muniz e Alicia Ivanissevich, nº 60, p. 54.
 Híbridos de pacu e tambaqui na piscicultura, por Valdener Garrutti, nº 60, p. 6.
 Hidroxiapatita na odontologia brasileira, por Roberto Barros de Carvalho, nº 55, p. 10.
 Informática, II Plano Nacional de (debate), nº 57, p. 60.
 Inseticida natural, um, por José Carlos da Silva, nº 57, p. 72.
 Insulina: possível terapia para tumores, por Rui Curi e Luiz Cláudio Fernandes, nº 59, p. 10.
 Lagarta-da-palmeira: nossa amiga ou inimiga?, por Alexandre Ruszczyk, nº 58, p. 70.
 Lagostas, repovoação de, no hábitat natural, por Valdemira Maria Nunes de Araújo, nº 57, p. 66.
 Lavoisier, a revolução de, por Carlos A. L. Filgueiras, nº 60, p. 60.
 Linfócito T, mistérios do, por Ivan Mota, nº 57, p. 14.
 Margaret Mee, o pincel mágico de, por Alicia Ivanissevich, nº 55, p. 76.
 Meningite: epidemia em debate, por Vera Rita Costa, Alicia Ivanissevich e Carmen Weingrill, nº 56, p. 70.
 Meningite, o que é a, por Elisabeth F. Mendonça, nº 56, p. 71.
 Metais, plantas detectoras de, por Maria Luiza Porto, nº 55, p. 8.
 Mistérios do linfócito T, por Ivan Mota, nº 57, p. 14.
 Mosca que rende US\$ 1 bilhão, a, por Saulo Jesús Soria, nº 57, p. 68.
 Mulher rural, a vida da, em Nova Erechim, por Luiz Cichoski, nº 59, p. 72.
 Nem castigo divino, nem mal hereditário, por Roberto de Carvalho, Marise Muniz e Alicia Ivanissevich, nº 60, p. 54.
 Novas perspectivas no relacionamento amoroso, por Bárbara Msumeci Soares, nº 58, p. 62.
 O ARN que imita as enzimas, por Francisco G. da Nóbrega e Cláudio Antonio Bonjardim, nº 60, p. 14.
 Odontologia brasileira, hidroxiapatita na, por Roberto Barros de Carvalho, nº 55, p. 10.
 O estado atual da ciência no Brasil, por Orville Derby, nº 59, p. 18.
 O pincel mágico de Margaret Mee, por Alicia Ivanissevich, nº 55, p. 76.
 O problema cérebro e mente, por Miguel R. Covian, nº 58, p. 16.
 O que é a meningite?, por Elisabeth F. Mendonça, nº 56, p. 71.
 Origem do perineuro, a capa que recobre os nervos, por Luis Carlos Gaziri, nº 58, p. 14.
 Os segredos do átomo (Nobel 1989 em Física), por Vanderlei Salvador Bagnato, nº 60, p. 10.
 Padrões de extinção no registro fóssil, por Rui Cerqueira, nº 55, p. 20.
 Parentescos moleculares no sistema imune, por George A. dos Reis, nº 57, p. 12.

Perineuro, origem do, a capa que recobre os nervos, por Luis Carlos Gaziri, nº 58, p. 14.
 Pesticidas: tecnologia sofisticada em mãos desinformadas, por Tomaz Langenbach, nº 56, p. 66.
 Piscicultura, híbridos de pacu e tambaqui na, por Valdener Garrutti, nº 60, p. 6.
 Plano Nacional de Informática (debate), II, nº 57, p. 60.
 Plantas detectoras de metais, por Maria Luiza Porto, nº 55, p. 8.
 Política indigenista e assistência à saúde, por Dina Czeresnia Costa, nº 55, p. 68.
 Preconceito secular contra uma doença lendaria, por Amélia Cohn, nº 60, p. 58.
 Prêmio Nobel 1989: Medicina e Fisiologia (Genes que regulam a proliferação celular, por Mari Armelin); Economia (Uma injustiça reparada, por Fernando de Holanda Barbosa); Química (ARNs catalíticos e origem da vida, por Francisco G. da Nóbrega); Física (Os segredos do átomo, por Vanderlei Salvador Bagnato), nº 60, p. 10.
 Prevenção do mal de Chagas, por Juan J. Cazzulo e Alberto C. Frasci, nº 55, p. 24.
 Relacionamento amoroso, novas perspectivas no, por Bárbara

Musumeci Soares, nº 58, p. 62.
 Repovoação de lagostas no habitat natural, por Valdemira Maria Nunes de Araújo, nº 57, p. 66.
 Ressonância magnética nuclear e as proteínas, a, por Peter Rudolf Seidl, nº 60, p. 16.
 Sarcoma de Kaposi, um câncer ligado à AIDS, por Euzenir Nunes Sarno, nº 59, p. 16.
 Síndrome de Down, atividade física para crianças com, por Silvana Maria Blascovi-Assis e Maria Inês Bacellar Monteiro, nº 56, p. 10.
 Sistema imune, parentescos moleculares no, por George A. dos Reis, nº 57, p. 12.
 Tumores, insulina: possível terapia para, por Rui Curi e Luiz Cláudio Fernandes, nº 59, p. 10.
 Um inseticida natural, por José Carlos da Silva, nº 57, p. 72.
 Uma bactéria para a agricultura, por Helvécio De-Polli e Johanna Dobereiner, nº 55, p. 16.
 Uma injustiça reparada, (Nobel 1989 em Economia), por Fernando de Holanda Barbosa, nº 60, p. 12.
 Xingu: hidrelétricas coram quatro séculos de agressões, por Vera Rita Costa, nº 59, p. 74.

PERFIS E ENTREVISTAS

Elza Berquó, a família no séc. XXI, entrevista a Vera Rita Costa, nº 58, p. 58.
 José Bonifácio, conservacionista, por José Augusto Pádua, nº 56, p. 16.
 José Bonifácio, mineralogista, por M. Portugal Ferreira, nº 56, p. 21.
 José Moura Gonçalves, o gênio combativo, por Erney P. Ca-

margo, Hugo Armelin e Vera Rita Costa, nº 59, p. 66.
 Juan José Giambiagi, *ciudadano* de América Latina, por Luiz Masperi, Guillermo Boido, Naren Bali, Ennio Candotti, Ildeu de Castro Moreira e Roberto Barros de Carvalho, nº 55, p. 60.
 Kenton Miller, um desafio para o futuro, entrevista a Gustavo A. B. da Fonseca e Marise Muniz, nº 60, p. 18.

RESENHAS

Bicentenário nas livrarias: o que há de melhor para ler sobre a Revolução Francesa, por Francisco José Calazans Falcon, nº 59, p. 22.
Curso prático de bioestatística, de Bernardo Beiguelman, por Paulo A. Otto, nº 55, p. 23.
Expansão nuclear alemã, de Cesare Giuseppe Galvan, por Da-

vid Simon, nº 58, p. 66.
Formação econômica do Brasil, de Celso Furtado, por Francisco Iglesias, nº 60, p. 50, e Flávio Rabelo Versiani, nº 60, p. 51.
Igreja católica e política no Brasil, de Scott Mainwaring, por Pedro A. Ribeiro de Oliveira, nº 55, p. 22.

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS

A gralha-azul e o pinheiro, por Luiz dos Anjos, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
 A lenda da gralha-azul, por Luiz da Câmara Cascudo, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
 Balas e moedas coloridas, por Diva Maria Brêtas de Noronha, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
 Erosão, por Celso Dal Ré Carneiro, *in* Ciência Hoje das Crianças 15, nº 60.

Lixo: material bom em lugar errado, por José Lutzenberger, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
 Mais química da vida, por Lúcia Tosi, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.
 Ori (dobrar) Kami (papel), por Claudia de Miranda e Yolanda Calafange, *in* Ciência Hoje das Crianças 15, nº 60.
 Para alguma coisa serve o lixo, por Flávia Rebelo-Mochel, *in* Ciência Hoje das Crianças 14, nº 58.

Quem é leitor de CIÊNCIA HOJE?

Goiania, 13 de dezembro de 1989

Caros Editores:

Este é um pedido desesperado de quem já tentou, por todos os meios de que dispunha, conseguir o nº 2 de "Ciência Hoje".

Consegi a coleção a revista depois que a "descebi" - e isto aconteceu por volta do nº 10. anteriores - com exceção do nº 2. Já, então, colecionando os seguintes, mas ficando cada vez mais remota a possibilidade de obter a minha coleção totalmente completa (principalmente depois que vocês passaram a insistir na impossibilidade de alguns números, entre eles o nº 2).

Agora, no' me resta a esperança de que, sendo esta carta publicada, apareça algum voluntário interessado em realizar este que, mais do que um desejo, passou a ser uma obsessão: conseguir o nº 2 e completar minha coleção de "Ciência Hoje".

Cada vez que olho a minha quase coleção de 57 números (quando já, foram editados 58), fico angustiado, e por isso que peço agora este pedido: "POR FAVOR! Vocês, leitores de "Ciência Hoje" que, embora não a colecionem, tenham o nº 2, mandem - o para mim (pago o preço atual ou a me doar)! Vocês conseguem sentir o que é uma "coleção" que falta um "pedacinho"? Se conseguem, tenho certeza de que não terá dúvida

em satisfazer meu desejo (sê-lo - se minha obsessão) confio em sua camaradagem!

Sem mais, e aguardando ansiosamente uma resposta favorável,

Cejana Alkmim Mercadante

(Publicar endereço do envelope p/ correspondência)

O endereço da nossa leitora Cejana Alkmim Mercadante é: Rua Sta. Catarina, Q. 89, L. 19, Jardim Guanabara, Goiânia, GO — Cep 74.410. Mas não se preocupe. Já conseguimos o nº 2 de *Ciência Hoje* que ela tanto queria. Agora, na coleção de Cejana não falta nenhum "pedacinho".

E na sua, falta algum?

Se falta, ligue agora mesmo para (021) 270-0548. Vamos resolver o seu caso, também.

CIÊNCIAHOJE A revista do Brasil inteligente (que não pode faltar).

CENTRO DE VALORIZAÇÃO DA VIDA DA COMPANHIA VALE DO RIO DOCE.

Na preservação da natureza a Vale mostra a importância que dá à vida no Brasil. Só nos últimos oito anos, ela e suas coligadas e controladas investiram US\$ 350 milhões em programas de proteção ambiental. Com esses programas, a CVRD faz pesquisas para conhecer cada vez melhor os ecossistemas das regiões onde atua. O resultado é a redução do impacto ambiental que seus

projetos de mineração possam provocar.

A Vale combate também a erosão que ataca bacias hidrográficas, mas, sobretudo, procura incentivar a consciência ecológica das pessoas com iniciativas como o Prêmio Nacional de Ecologia. A Vale do Rio Doce faz tudo isso porque liga para a vida. Afinal, uma empresa que trabalha com os recursos naturais sabe muito bem a importância de se preservar a natureza.



**Companhia
Vale do Rio Doce**

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
TUDO PELO SOCIAL

PORTAS ABERTAS PARA O FUTURO.

**O FUTURO DE UM PAÍS
DEPENDE DO AVANÇO
DA CIÊNCIA E
DA TECNOLOGIA.
QUEM INVESTIR
NESTAS ÁREAS,
ABRIRÁ CAMINHO
PARA O PLENO
DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO.**

A SECRETARIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO INVESTE SEUS RECURSOS FINANCEIROS NO APOIO À PESQUISA, NA DISTRIBUIÇÃO DE BOLSAS DE ESTUDO, NA FORMAÇÃO DE CENTROS DE EXCELÊNCIA E NO INTERCÂMBIO TÉCNICO E CIENTÍFICO COM OUTROS PAÍSES. ALÉM DE ATUAR EM CONJUNTO COM A INICIATIVA PRIVADA NA INSTALAÇÃO DE UNIDADES PRODUTIVAS NO INTERIOR DO ESTADO.

A SECRETARIA SABE QUE O FUTURO DEPENDE DO PRESENTE. E QUE CADA PROJETO REALIZADO ACELERA OS PASSOS DO PAÍS EM DIREÇÃO A UMA NOVA ETAPA DE SEU DESENVOLVIMENTO.



SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO.



NOVO TEMPO

TRABALHO E DESENVOLVIMENTO