

DEVASTAÇÃO
EM RONDÔNIA

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 11 N° 61 Janeiro/Fevereiro de 1990 NCz\$ 170,00

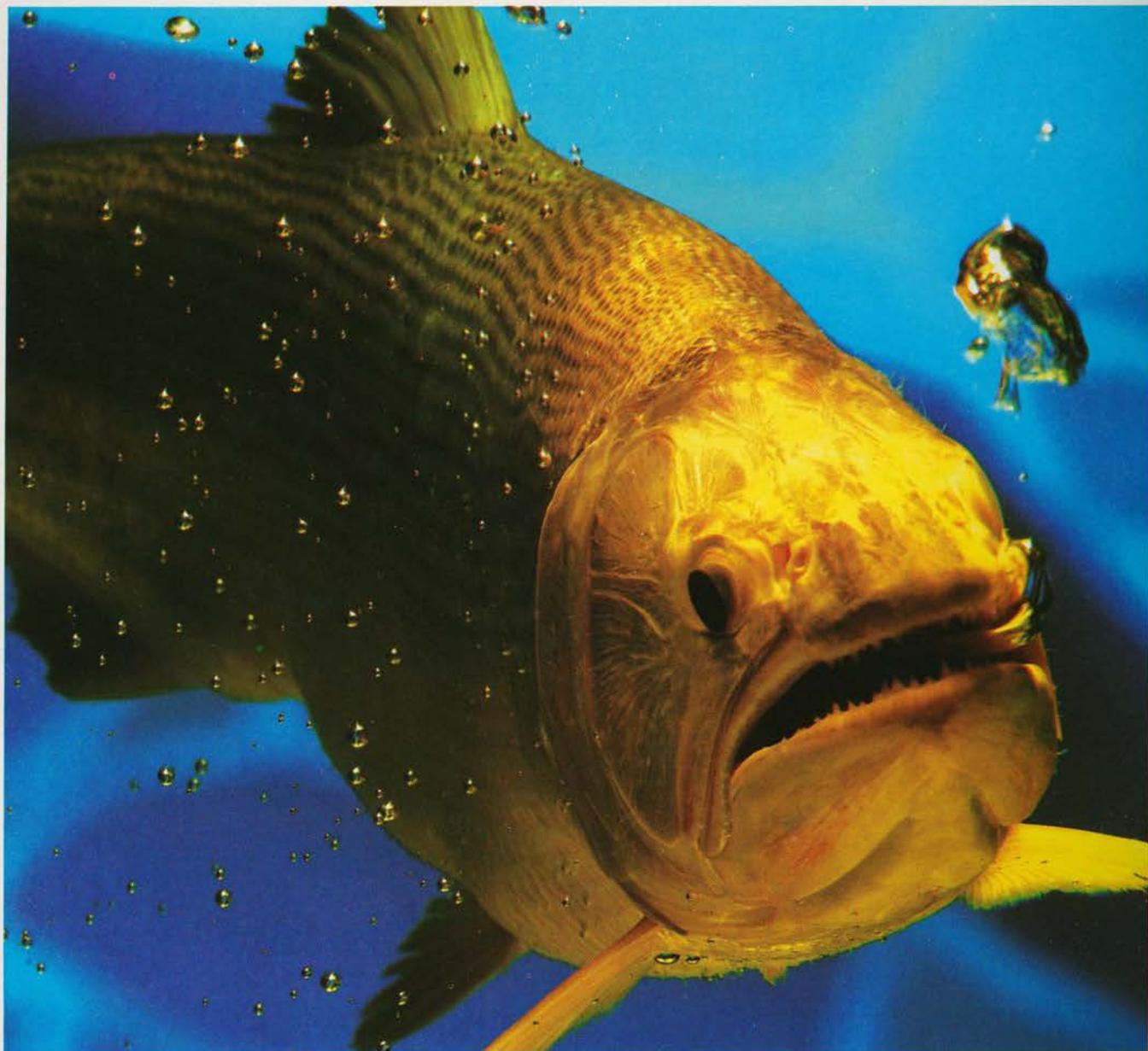
MORCEGO BEIJA-FLOR OS TESOUROS QUÍMICOS DA AMAZÔNIA

Manaus e Rio Branco (via aérea) NCz\$ 221,00



A ENERGIA QUE ACENDE O CÉU

O que vale mais? O ouro ou o dourado?



O equilíbrio vale mais do que tudo.
Consumir e ao mesmo tempo preservar é a grande preocupação do homem.

A resposta para isso está na pesquisa.

A Hoechst investe quatro milhões de dólares por dia no mundo, pesquisando o futuro e o passado para obter respostas em mais de três mil segmentos da atividade humana.

Extrair e beneficiar o minério de ouro em escala industrial sem extrair a vida das águas, por exemplo, é uma solução **Hoechst High Chem**.

A Hoechst tem apenas cento e vinte e seis anos e sabe que tudo isso não é nada perto do que a Terra já fez pelo homem em milhões de anos.

É preciso continuar evoluindo. Mas o segredo da evolução está no equilíbrio das soluções encontradas.

Isto é **Hoechst High Chem**.



CIRANDA DA CIÊNCIA

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

Hoechst do Brasil Química e Farmacêutica S.A.
C.P. 7333 - 01051 - São Paulo - SP.

QUÍMICA A SERVIÇO DA VIDA

Hoechst

AUTORA ESCREVE

Eu, que já havia ficado admirada com a qualidade do trabalho de vocês, durante a revisão do meu artigo 'República S.A. — a economia que derrubou o Império' (*Ciência Hoje* n° 59), fiquei totalmente embasbacada com as ilustrações e a apresentação gráfica em geral, a partir da escolha da capa. Vocês realmente merecem os elogios que estão recebendo, porque editam uma revista de padrão internacional. Em breve precisarei da equipe para outros trabalhos.
Maria Bárbara Levy, Rio de Janeiro

O NOME AO DONO

Venho agradecer a publicação de minha carta no n° 57 desta revista, bem como a resposta do professor George Martine. No entanto, meu nome foi publicado de forma incorreta: é Adilson, e não Edilson.
Adilson Roberto Gonçalves, mestrando em Química, Unicamp, Campinas (SP)

REPÚBLICA

Tive a satisfação de colaborar na organização do número especial de *Ciência Hoje* sobre a República. O número em geral, e a apresentação dos artigos em particular, estão muito bons. Ironicamente, meu próprio artigo não teve a sorte dos outros. Era um artigo em que a ilustração era essencial e por isso optei por publicá-lo em *Ciência Hoje*, conhecida pela qualidade de seu setor de arte. A ilustração era tão importante que, de fato, não ilustrava, era parte integrante do texto. Ora, os cortes feitos no original, necessários e de meu conhecimento, já tinham eliminado parte dos comentários sobre quadros e monumentos. Esta perda poderia ser em parte recuperada nas legendas. Infelizmente, à exceção de uma (o óleo de Bernardelli), todas as ilustrações, com suas legendas, ou não condizem com o artigo, ou contêm erros de informação, ou as duas coisas juntas. Senão vejamos.



Monumento a Floriano. A jovem mulher representa o futuro.

O detalhe do monumento a Floriano, reproduzido à p. 26, só teria sentido se fosse explicado, como está no original, que se trata de homenagem à raça indígena (representa o poema 'Y-Juca-Pirama', de Gonçalves Dias).

O detalhe do monumento a Júlio de Castilhos (p. 28) não reflete a legenda, não há nele alegoria de família, pátria ou humanidade. Além disto, a legenda não é precisa. São os monumentos positivistas que são discursos políticos e exatamente por serem positivistas. Caracterizam-se por não isolar a figura do herói, como aparece no detalhe.

A foto do monumento a Benjamin Constant (p. 30) pode ser bonita, mas é inútil. Para atender ao texto, ou se mostrava o monumento todo, com a figura de mulher no topo, ou o detalhe de B. Constant envolvido pela bandeira republicana. A legenda da foto (p. 31) está incorreta. B. Constant não aparece em pé de igualdade com Tiradentes e José Bonifácio. O que diz o texto é que ele aparece em pé de igualdade com Deodoro na cena que representa a proclamação da República. Mas esta cena — um medalhão — não é mostrada.

O detalhe do monumento a Floriano (p. 31) foi bem escolhido. Infelizmente o mesmo não pode ser dito da legenda. A jovem mulher não representa a república, mas o futuro. Floriano não olha para ela. O importante no grupo é a presença da bandeira (a República), envolvendo Floriano e trazendo os rostos de Tiradentes, José Bonifácio e

B. Constant. A isto não se faz menção.

O detalhe do monumento a B. Constant (p. 32) não tem relação alguma com o texto, é inútil.

A última foto, ainda um detalhe do monumento a Floriano, é a mais desastrosa. Além de não ter nada a ver com o texto, está incorretamente identificada. Não se trata de Floriano, mas do almirante Jerônimo Gonçalves e o monumento não é à República, mas a Floriano. Um almirante em uniforme de serviço, a bordo de um escaler, ser confundido com um marechal do Exército, o que dirão de mim os leitores?

José Murilo de Carvalho, Fundação Casa de Rui Barbosa, Rio de Janeiro.

• A carta do pesquisador José Murilo de Carvalho, como tudo que ele costuma produzir, é meticulosamente precisa. Como se vê, ele tinha a idéia exata do que pretendia com seu artigo, principalmente em relação às fotos dos monumentos. Para sermos honestos, só temos uma observação a fazer: nós erramos. Fica o reconhecimento, a desculpa e a disposição de corrigir nosso erro na primeira oportunidade.

EM PAUTA

Parabenizo a excelente edição especial sobre a República de *Ciência Hoje* n° 59 e congratulo os editores pela honestidade com que fizeram, em 'Ao Leitor', a introdução ao tema, posicionando-se equidistantes de qualquer ufanismo ideológico.

Gostaria de sugerir, para ver completada esta obra, que publicassem um balanço crítico dos regimes república e monarquia no Brasil, uma vez que a intelectualidade deverá ter maiores subsídios para uma ampla discussão, antecedendo o plebiscito de 1993. Assim a SBPC estará mais uma vez cumprindo o seu objetivo de contribuir para o desenvolvimento da liberdade de opinião, estimulando o interesse pela cultura e atendendo aos reais interesses da nação.

Jorge José Bitar, José Bonifácio (SP)

• Sua sugestão foi anotada e, no momento oportuno, será aproveitada. Agradecemos seus cumprimentos e seu interesse por nossa revista.



25



35



41

CARTAS DOS LEITORES

1

AO LEITOR

7

TOME CIÊNCIA

10

O uso da amalgamação por mercúrio na garimpagem do ouro está causando sérios danos à ecologia e às populações das áreas para onde a ilusão da riqueza fácil atraiu milhares de pessoas. Por Wolfgang Christian Pfeiffer, Olaf Malm, Cristina Maria Magalhães de Souza, Luiz Drude de Lacerda e Ene Gloria da Silveira.

O hábito de fazer uma única refeição por dia reduz a secreção de insulina. Angelo Carpinelli explica que esta conclusão, decorrente de experimentos com ratos, deve se aplicar também aos seres humanos. Por isso tal tipo de dieta é desaconselhado especialmente para os diabéticos.

OPINIÃO

17

A criação de 'extratários', depósitos onde os produtos naturais sejam preservados sob a forma de extratos brutos, parece ser, para muitos cientistas, a única alternativa diante da rápida extinção da vegetação amazônica. Por Otto R. Gottlieb.

ARTIGOS

FLORES PEDEM MORCEGOS

22

Rogério Gribel, Ivan Sazima e Marlies Sazima

Assim como as abelhas e os beija-flores, também os morcegos podem ser agentes polinizadores. Diversas espécies de plantas têm características que favorecem a sua ação, exibindo flores que, pela forma, o cheiro ou a cor, atraem esses mamíferos voadores de hábitos noturnos.

MONCHÃO, COCURUTO, MURUNDU

30

Ary T. de Oliveira-Filho e Peter A. Furley

Em diferentes regiões do país, curiosos montes de terra dão um aspecto 'encalombado' à paisagem. Estudiosos dessas formações extravagantes verificaram que elas podem ter origem num processo de erosão seletiva, na ação do homem pré-histórico ou na atividade dos cupins.

A ENERGIA DAS TEMPESTADES

38

Iara C. de Almeida Pinto, Osmar Pinto Jr. e Walter D. Gonzalez

A eletricidade liberada por um relâmpago de cerca de meio segundo de duração equivale à potência de cerca de cem milhões de lâmpadas comuns. Os autores investigam a estrutura elétrica das nuvens de tempestade e sua influência sobre a estratosfera e a vida em nosso planeta.

RONDÔNIA: ESTRADAS QUE LEVAM À DEVASTAÇÃO 46

Philip Martin Fearnside

Novos dados indicam que o desmatamento de Rondônia aumentou de forma explosiva nos últimos quatro anos. A explicação está bem longe da região: a expansão de culturas mecanizadas, em detrimento de outras que fazem uso intensivo da mão-de-obra, engrossou a fileira dos que migram para a Amazônia. Por Philip M. Fearnside, Prêmio Nacional de Ecologia de 1989.

PERFIL 54

Foi como aluno de grupo escolar que o Padre Moure começou a interessar-se pelos insetos, interesse esse que desenvolveu mais tarde, no seminário. Hoje ele é uma autoridade mundial, reconhecido sobretudo por seu trabalho sobre as abelhas e pela difusão do ensino da taxonomia.

O LEITOR PERGUNTA 62

Como andar o crescimento da natalidade na República Popular da China, que se aproxima do ano 2000 com quase um bilhão de habitantes? George Martine informa quais têm sido os resultados das estratégias drásticas adotadas nos últimos anos pelo governo de Pequim para evitar uma explosão demográfica, e fala sobre a reação negativa com que a população chinesa muitas vezes as recebeu.

RESENHA 64

São Paulo: trabalhar e viver, coletânea de estudos organizada por Vinicius Caldeira Brant para a Arquidiocese de São Paulo, fala do cotidiano da maior cidade do Brasil segundo a perspectiva do trabalhador, ou seja, da maioria de sua população. Por Maria Inês Rauter Mancuso.

É BOM SABER 66

A arara-azul-de lear, espécie brasileira descrita em 1856, requer proteção especial: apenas 61 exemplares sobrevivem hoje, na região do Raso da Catarina (BA). Ricardo B. Machado e Alexander Brandt falam sobre ela.

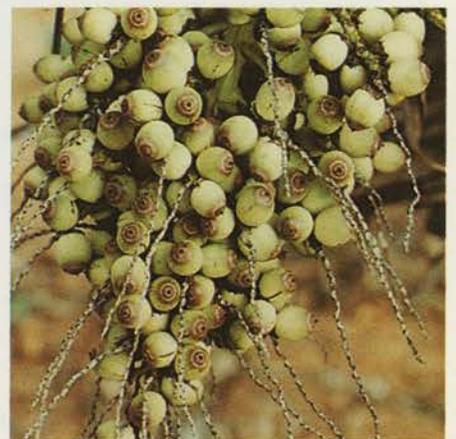
Convenção internacional arbitrada pela ONU poderá reduzir o mar territorial do Brasil, mas continuará nos garantindo a exploração exclusiva dos recursos marinhos em 200 milhas náuticas. Por Alicia Ivanissevich.

PONTO DE VISTA 72

O ex-ministro Renato Archer faz um histórico do movimento de gangorra a que continua submetida a C&T no Brasil — ora ministério, ora secretaria —, e compara essa situação à de outros países, como China e Índia.



46



67

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

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

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Ildeu de Castro Moreira (editor colaborador).

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz), José C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Luis Rodolpho R. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Luiz Bevilacqua (Coppe/UFRJ), Marco Antonio Raupp (Instituto Politécnico do Rio de Janeiro), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Sérgio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Silvano Santiago (Departamento de Letras, UFF/RJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho, Alicia Palacios (assistente).

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

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

Jornalismo: Alicia Ivanisovich, Luísa Massarani, Sergio Portella.

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

Administração: Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerente), Neuz 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: Adalgim M. S. Babri (gerente), Paulo Henrique G. Fonseca (programador), Maria Lucia da G. Pereira (secretária), Moisés V. dos Santos, Luciene dos Santos Azevedo (aux. de escritório), Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Veira 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).

Encarte Infantil (bimestral): Guracira Gouvêa (coordenadora), Ângela R. Vianna (editora de texto), Lillian de Abreu Mota (editora de arte).

Colaboraram neste número: Wilson Racy (ilustração); Luiz Claudio Marigo, Beto Felício e Beto Barcellos (fotografia); Maria Luíza X. de A. Borges e Ulisses Capozoli (edição de texto); Rachel Valença, Edna Cavalcanti e Mirian da Silva Cavalcanti (revisão); Sônia Regina P. Cardoso (pesquisa iconográfica e revisão); Edna de Assis Ferreira (bibliotecária).

Capa: Foto Agência Image Bank

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), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EMP), Fernando Gallembek (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José 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), Luis 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. Moysés Nussenzweig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, 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, UFPP), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise 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 Marmorí — 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) 233-8619.

(Mauro Luiz Aldrigue; **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 Márcio 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 Therezinha Zancan); **DF** — Univ. de Brasília, Instituto Central de Ciências, Bl. A. Sobreloja, sala 301, tel.: 273-4780 (João Luis 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 e 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); **MT** — C. Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); **MS** — C. Postal 189 (Wilson Ferreira de Melo); **MG** — Rua Piemonte, 590, tel.: 441-2541 (Ewaldo Mello de Carvalho); **PA** — Rua Olaria, Conj. Orquídea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olavo de Faria Gouvêa); **PB** — Univ. Federal da Paraíba, C. Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunesmaia); **PR** — Univ.

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

Sucursal Porto Alegre: Gilberto Carvalho Ferraz, 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 Gualberto, 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, Fabiola 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 Hoje* (preço sujeito a confirmação). Na sede de *Ciência Hoje* pode adquirir-se *Ciência Hoy* por 10 BTFNs ou assinar (6 números) por 60 BTFNs.

Assinaturas: Brasil (11 números): 85 BTFNs, 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: 10 BTFNs.

ISS-0101-8515. Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chinaglia 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), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), a VITAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social, Fundação Banco do Brasil e Instituto Cultural Itaú. *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, rua Gal. Jardim, 618 — 2º andar — conj. 21, tel.: (011) 259-5399; **Rio de Janeiro:** Alvaro R. S. Moraes, tel.: (021) 295-4846.



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico do país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda dois projetos nacionais de publicação; a revista *Ciência e Cultura* (1948 —) e a revista *Ciência Hoje* (1982 —), que se destinam a públicos diferenciados.

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

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, Pça das Cinco Pontas, 321, S. José, tel.: 224-8511 (Luiz Antônio Marcuschi); **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 (Brazilícia 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 de 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 Hemétrio Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1334 (Maria Helena Santa Cruz).

BANESPA. O BANCO DO ESTADO COM CARA DE BRASIL.

Não é para estranhar.

O Banespa é, de fato, o banco estadual com maior participação no desenvolvimento do Brasil.

Na indústria, no comércio e na agricultura, sua força sempre esteve presente.

Hoje, o Banespa é uma das maiores instituições financeiras do país, oferecendo a seus clientes um atendimento eficiente e uma completa linha de produtos e serviços.

Soma-se a tudo isso o coração do Banespa: mais de 40 mil funcionários que, com dedicação e profissionalismo, fazem a história do mais forte Banco do Estado.

Por isso, quando você escolhe o Banespa, certamente fica com um banco igual a você. Bem brasileiro.

banespa

FORTE E COMPLETO



Segurados da Previdência Social lotam 66 jogos no Maracanã.



Com seus serviços
totalmente
informatizados, a
Dataprev beneficia
diretamente 12 milhões
de segurados da
Previdência Social.
Isso corresponde a mais
de 66 Maracanãs lotados,
o que significa que a
Dataprev é jogo rápido.



DATAPREV

EMPRESA DE PROCESSAMENTO DE DADOS
DA PREVIDÊNCIA SOCIAL.

DA MODERNIZAÇÃO E SEUS EQUÍVOCOS

Todo o sistema brasileiro de C&T está em compasso de espera, asfixiado pela falta de recursos, sem saber o que virá amanhã. Às vésperas da posse do novo governo, a nação não dispõe de informações seguras sobre como será estancada a escalada inflacionária sem precedentes, nem qual será a política científica e tecnológica estratégica para o seu futuro.

Fala-se com insistência na necessidade de integrar o Brasil na economia mundial. Mas não se menciona como isso será conduzido, nem quais serão suas conseqüências internas. Omite-se o principal: o Brasil já está inserido no mundo há séculos. Urge mudar a forma dependente e desvantajosa dessa inserção.

Precisamos, pois, de nova integração. Assim como não se pode pagar a dívida externa à custa do crescimento, também não cabe mudar nossa inserção no mundo sacrificando o que conquistamos de produtivo nas últimas décadas. Esta mudança tem que ser feita não como objetivo em si mesmo, mas como parte de um projeto capaz de assegurar maior poder decisório aqui dentro e maior competitividade lá fora. Senão, correremos o risco de ficar em lugar ainda pior no contexto mundial.

A proclamada reforma do Estado 'inibidor e ineficiente' é vista como medida destinada apenas a liberar 'forças e energias' do mercado. Ainda que necessária, a medida está longe de esgotar o problema. Enquanto isso, não se dá a devida atenção ao Estado como instância decisiva na definição de políticas e prioridades, bem como na execução de programas básicos de alcance nacional e social.

Na mesma linha, as conquistas do progresso tecnológico são consideradas apenas como algo que deve ser incorporado, vale dizer importado. Minimiza-se ou simplesmente ignora-se a possibilidade de criação própria, sobretudo em áreas essenciais para nós. Sobre a função da pesquisa científica e tecnológica como matriz geradora de qualquer avanço, não há referência.

Quem assim pensa passa ao largo das indispensáveis estruturas já criadas, que mal sobrevivem, e das que ainda devem ser criadas, no esforço para ampliar a produção de conhecimentos de seus frutos tecnológicos no próprio país. Essa indiferença deixa a impressão de reprise: mais uma vez, levar o Brasil a dar as costas a si mesmo, como se a salvação estivesse exclusivamente nos investimentos externos e seus engenhos.

Isso não é, nem nunca foi, modernização. Nenhum dos atuais países em desenvolvimento conseguiu modernizar seu sistema produtivo com base apenas na importação de tecnologia. Tal projeto tem sido viável quando se associa a tecnologia adquirida no exterior à capacidade de geração própria. Os pacotes importados, inclusive quando úteis por algum tempo, logo se tornam obsoletos, exigindo reposição que acarreta nova importação. A capacidade de inovação interna só se desenvolve plenamente num contexto de cultura científica e tecnológica local.

Modernizar o país significa equipá-lo para que possa desvendar sua própria realidade e desenvolver ao máximo as potencialidades de seu povo e de sua terra. Essa é também a maneira mais rica e proveitosa de se inserir no mundo moderno.

Haverá modernização quando o país discernir com profundidade e clareza seus problemas e opções, instituindo um sistema objetivo de avaliação nas universidades, laboratórios e serviços públicos, que garanta desempenho qualificado e eficiente.

Na área científica, o processo modernizador pode ter início, por exemplo, no estímulo ao florescimento dos laboratórios as-

sociados (ver *Clência Hoje* nº 32) como centros capazes de dar estabilidade a grupos de pesquisa de reconhecida competência. E também no fortalecimento das fundações estaduais de amparo à pesquisa, consagradas na Constituição, que promovem a necessária descentralização do sistema e a concomitante valorização das atividades científicas em cada estado.

Em outro exemplo, modernizar o CNPq implica aumentar sua capacidade de fomento, agilizar seu funcionamento e consolidar a autonomia do seu Conselho Deliberativo, inestimável marco democrático e garantia de decisões imparciais, que deve exercer a plenitude de suas competências regimentais. Da mesma forma, modernizar a Finep, de eficiência comprovada no apoio institucional, é, no mínimo, assegurar um FNDCT tão abrangente quanto a crescente demanda de pesquisas científicas e tecnológicas no país.

A política de informática, é justo lembrar, nasceu de um empenho modernizador. Ela impulsionou avanços importantes, permitindo a formação e o emprego de recursos humanos especializados que abrangem cerca de 50 mil pessoas, bem como a criação do sexto maior mercado mundial de microcomputadores, avaliado em seis bilhões de dólares, que cresce a taxas de 75% ao ano. Para bem avaliar estes resultados, basta compará-los com os da indústria automobilística, implantada há mais de 30 anos, que ainda hoje não habilitou o país a gerar projetos e soluções originais. Os dois casos, diametralmente distintos, não podem ser julgados sob a mesma rubrica.

Há que debater a modernização com a qual se acena e aquela a que o Brasil aspira desde o século passado. A história da comunidade científica brasileira, pautada em defesa do interesse nacional e do conhecimento da nossa realidade, é fonte de idéias para a empresa, nem sempre fácil, de substituir o velho pelo novo, resguardando conquistas já alcançadas.

As infundáveis discussões dos últimos dez anos, pelo menos, são subsídios valiosos nesta hora de opção pelo nosso futuro imediato. A SBPC e as sociedades científicas dispõem de amplo acervo de documentos e propostas, que não pode ser esquecido em momento tão relevante, pois continua atual.

A contribuição dos cientistas brasileiros, no entanto, pode ir além. Eles têm responsabilidades especiais no exame criterioso e isento das decisões que estão por ser tomadas. É inconcebível que definições de tamanha repercussão nos destinos do país possam ser feitas sem estudos da mais profunda consistência. Há que atuar para evitar esta hipótese.

A Constituição aponta caminhos claros por entre as pressões que poderão se armar em torno das questões cruciais da política científica e tecnológica. Por isso mesmo, seus dispositivos devem ser respeitados e cumpridos com todo o rigor.

A modernização brasileira situa-se, antes de mais nada, no novo papel do Congresso Nacional, instituído pela Constituição. Nunca um órgão de representação popular dispôs, no Brasil, de tantas prerrogativas para fazer valer a vontade nacional. Pois é no exercício de seu ofício democrático, transparente e responsável, que haveremos de construir a nossa modernidade, segundo nossas tradições e experiências e aproveitando as lições de outros povos, sem contudo copiá-las servilmente.

A INFLUÊNCIA
DA URÉIA NO
DESENVOLVIMENTO
DA CEBOLINHA E
SUA CONTRIBUIÇÃO
PARA ACABAR
COM OS ABACAXIS E
PEPINOS DESTE PAÍS.

Muitos adultos ainda não sabem o que as crianças deste país estão plantando para o nosso futuro.

A Influência da Uréia no Desenvolvimento da Cebolinha é uma experiência que possibilita compreender melhor a utilização do solo, para colher ou plantar. E foi realizada por alunos da 8ª série de um colégio de Aracaju. E é um entre as centenas e centenas de trabalhos científicos realizados a cada ano por crianças em todo o Brasil.

Muitos adultos ainda não sabem, mas a Ciranda da Ciência é um projeto inovador e pioneiro que torna a pesquisa científica uma atividade leve, descontraída e fascinante.

Contribui para a descoberta de novas vocações e incentiva a formação de clubes de ciências e a realização de mostras nas escolas e comunidades.

As escolas recebem kits de laboratórios contendo microscópios, lâminas, reagentes químicos, instrumentação de apoio, manual de instruções, cartazes explicativos, caixa para guarda e transporte de material.

Os professores recebem publicações e fichas especiais para utilização durante as atividades.

Além disso, monitores do projeto Ciranda da Ciência percorrem as escolas esclarecendo dúvidas.

Muitos adultos não sabem, mas até agora o projeto Ciranda da Ciência já beneficiou 800 escolas, 2 mil professores e 800 mil crianças em 20 estados brasileiros.

Muitos adultos, envolvidos pelos seus respeitáveis pepinos e abacaxis de cada dia, ainda não sabem.

Mas a Ciranda da Ciência é mais uma idéia da Fundação Roberto Marinho desenvolvida com o apoio da Hoescht do Brasil e a participação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.

Um projeto que está ajudando a formar uma nova geração disposta a criar um mundo novo, onde a tecnologia e a ciência poderão tirar, definitivamente, os pepinos e abacaxis da cabeça de cada um de nós e deixá-los mais fertilizados e abundantes do que nunca na terra de onde eles nunca deveriam ter saído.

Com a Ciranda da Ciência, o Prêmio Jovem Cientista, o Prêmio Nacional de Informática, o Globo Ciência e outras atividades, há 10 anos a Fundação Roberto Marinho apóia a ciência no Brasil.



A ameaça do mercúrio nos garimpos

O lançamento no meio ambiente de efluentes contendo mercúrio tem causado graves problemas de contaminação na biota — os animais e vegetais — de vários ecossistemas e em populações humanas. Seus efeitos foram verificados nos anos 50 e 60, principalmente no Japão, onde cerca de cem pescadores das vilas de Minamata e Niagata morreram e centenas adquiriram deficiências físicas permanentes em decorrência da ingestão de pescado contaminado pelo mercúrio que uma indústria de álcalis liberou no mar. Posteriormente, dezenas de casos fatais ocorreram no Iraque, quando sementes para plantio, tratadas com produtos que continham sais de mercúrio, foram usadas como alimento.

Em todo o mundo, estima-se que mais de 800 pessoas morreram e mais de oito mil apresentaram alguma deficiência permanente por exposição ao mercúrio. A causa, na grande maioria dos casos, foi a ingestão de alimentos contaminados, particularmente peixes. No Brasil foram relatados casos de contaminação humana na Bahia, há cerca de 20 anos, e a causa foi a ingestão de mariscos provenientes da enseada dos Tainheiros, contaminados pelo lançamento de mercúrio por uma indústria de cloro-álcalis.

Além de trazer sérios problemas de saúde pública, a contaminação ambiental por mercúrio tem impacto severo na economia de muitas regiões do planeta. No Canadá, nos anos 60, a contaminação de lagos e peixes afetou pescadores e populações indígenas e resultou em um prejuízo estimado em US\$ 10 milhões. Vários dos lagos contaminados ainda continuam fechados à pesca. Nos anos 70, o mesmo problema atingiu Suécia e Finlândia, e o governo deste último indenizou pescadores em face da redução da captura. Calcula-se, no caso finlandês, que os prejuízos entre 1971 e 1981 alcançaram cerca de US\$ 1,9 milhão.

Diante dos casos confirmados de contaminação por mercúrio de origem industrial, rígidas medidas de controle de processos fabris e seus efluentes têm sido aplicadas mundialmente, reduzindo significativamente o problema. Outro tipo de atividade humana, porém, aumenta hoje a preocupação quanto à contaminação ambiental: a mineração de ouro aluvial por amalgamação com mercúrio. Conhecida desde a época do Império Romano, esta técnica foi introduzida no Brasil Colônia e hoje seu uso vem crescendo em proporções assustadoras.



Em busca do ouro, as dragas revolvem o fundo do rio Madeira.

O mercúrio é empregado na extração do ouro fino depositado em leitos ativos de rios e terraços de aluviões antigos. Este tipo de mineração aluvial envolve atualmente cerca de 600 mil garimpeiros, espalhados por várias regiões brasileiras, com maiores concentrações na Amazônia (Rondônia, Roraima e Pará), norte de Mato Grosso e Goiás e norte do Rio de Janeiro.

A extração do ouro inicia-se através de uma pré-concentração do sedimento fluvial por processos gravimétricos. Quando o pré-concentrado é misturado com o mercúrio, ocorre a amalgamação das partículas de ouro. Esta amálgama é separada e aquecida com tochas de gás propano, acarretando a volatilização do mercúrio, que se perde para o meio ambiente, e a concomitante fusão das partículas de ouro (figura 1). O excesso de mercúrio utilizado no processo de amalgamação do pré-concentrado é lançado diretamente nos rios.

O resultado é o lançamento de no mínimo 50 a 70 toneladas anuais de mercúrio no ambiente, em todo o país. Comparando este volume com as estimativas globais de entradas antropogênicas de mercúrio no

meio ambiente, que de acordo com o Scientific Committee on Problems of the Environment, vinculado ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Scope-UNEP), variam de 630 a duas mil toneladas anuais, nota-se que a mineração de ouro no Brasil pode ter uma participação entre 2,5 e 11% na contaminação mundial.

O lançamento no meio ambiente de quantidades tão elevadas de mercúrio não tem precedentes na história. Os efeitos potenciais sobre um ecossistema complexo, como o da região amazônica, preocupam porque podem levar a problemas ambientais de magnitude bem superior aos acidentes acima relatados. Diante dessa ameaça, a Universidade de Rondônia, o Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense iniciaram há três anos um projeto conjunto de avaliação da contaminação por mercúrio na região do rio Madeira (RO), uma das maiores áreas produtoras de ouro aluvial do Brasil. O presente trabalho apresenta um sumário dos resultados obtidos até o momento.

Entre os metais potencialmente tóxicos para o ambiente, o mercúrio (de número atômico 80 e símbolo Hg) apresenta características que maximizam a contaminação. Ele forma fortes ligações com moléculas biológicas importantes, particularmente com radicais sulfidrilas (grupos SH, presentes em proteínas), sendo facilmente incorporado em células do sistema nervoso dos mamíferos e apresentando elevada meia-vida biológica (tempo em que o organismo demora para eliminar 50% da dose ingerida).

nia mostram concentrações entre 1,0 e 26,7 microgramas por grama. Nas populações indígenas que trabalham em áreas de garimpos na Amazônia e cuja dieta básica é constituída de peixes, os valores variam entre dez e 29 microgramas por grama.

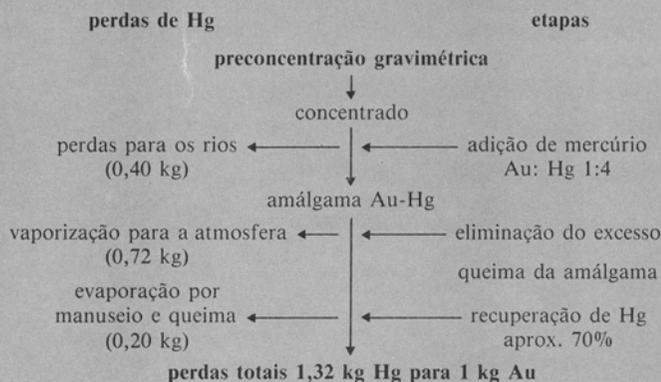
A intoxicação ocorre sob forma ocupacional, através da inalação dos vapores de mercúrio por pessoas ligadas à queima da amálgama no garimpo, e não ocupacional, pela ingestão de água e alimentos contaminados, podendo atingir também populações não envolvidas diretamente.

O mercúrio é o único dos metais que comprovadamente apresenta biomagnificação, isto é, aumenta sua concentração em organismos vivos ao passar de níveis tróficos inferiores (herbívoros) para níveis superiores (carnívoros). A incorporação do elemento, porém, depende da disponibilidade no meio de metil-mercúrio (HgCH_3^+), forma muito tóxica, com solubilidade em lipídeos (gorduras) cerca de cem vezes superior à do mercúrio metálico. Em organismos de nível trófico elevado, como pássaros e peixes carnívoros, de 90 a 95% do mercúrio incorporado encontram-se na forma metilada.

A metilação do mercúrio pode ocorrer fora de organismos vivos, desde que exista alta concentração de ácidos fúlvicos e húmicos (ácidos orgânicos de grande peso molecular) no meio aquático, sendo acelerada em ambientes ácidos, com $\text{pH} < 6$ (o índice pH define acidez ou alcalinidade e é medido pela presença de íons de hidrogênio), mas em sua quase totalidade é um fenômeno mediado biologicamente.

A reação química pode ser considerada um mecanismo de eliminação de Hg das células. O mercúrio entra na célula bacteriana em forma iônica (Hg^{2+}) e sofre redução para Hg^0 . Após a redução, o di-metil-Hg é formado enzimaticamente, mediado pela homocisteína (N^5 -metiltetra-hidrofolato transmetilase), ou não enzimaticamente.

1. PRODUÇÃO DE OURO POR AMALGAMAÇÃO COM MERCÚRIO



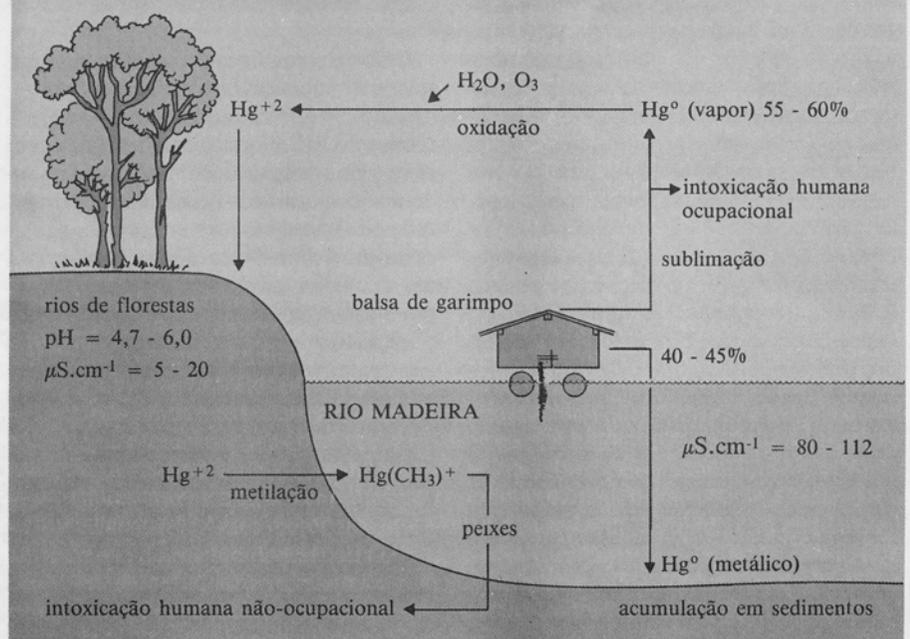
* Entre parênteses, estimativas mínimas de perdas de Hg por quilo de Au.

Absorvido, o elemento concentra-se nos rins, no fígado e no sistema nervoso central, atuando como eficiente inibidor enzimático, inativando proteínas e mostrando grande poder corrosivo. A intoxicação por mercúrio provoca vômitos freqüentes, degeneração generalizada de todas as mucosas e revestimentos internos, disfunções motoras, paralisia e, eventualmente, a morte.

Uma das formas de medição do grau de intoxicação por mercúrio em seres humanos é a determinação de sua presença nos cabelos. A Organização Mundial de Saúde considera que o nível máximo permitido sem risco para a saúde é de 50 partes por milhão, ou 50 microgramas de Hg por grama de cabelo. A partir daí a saúde se deteriora. A avaliação constatou elevadas concentrações de mercúrio nos cabelos de grupos populacionais nas áreas de garimpo da Amazônia, especialmente quando a dieta básica é constituída de peixes.

Enquanto, por exemplo, as concentrações de Hg em cabelos humanos coletados no Rio de Janeiro variam entre 0,7 e 6,4 microgramas por grama, amostras de cabelo das regiões de garimpos em Rondônia

2. CICLO ESQUEMÁTICO DA CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL PROVOCADA PELO MERCÚRIO DE ORIGEM GARIMPEIRA



3. CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO EM COMPARTIMENTOS ABIÓTICOS

ORIGEM DAS AMOSTRAS	ÁGUA ($\mu\text{g/l}$)	SEDIMENTO ($\mu\text{g/g}$)	AR ($\mu\text{g/m}^3$)
GARIMPOS/RIO MADEIRA			
Porto Velho	0,04-0,46	50- 280	3,2
Cachoeira de Teotônio	0,10-0,55	65- 1.675	0,5
Rio Mutum Paraná	0,2 -8,6	210-19.800	—
GARIMPOS/RIO DE JANEIRO			
Rio Paraíba do Sul	0,02-0,25	300-550	—
Rio Paraíbauna	0,19	300-900	—
Rios não contaminados	0,01-0,05	50-290	0,002 a 0,005

te, pela transferência de grupos metil da metilcobalamina presente nas células bacterianas para os íons de mercúrio. O dimetil-Hg pode se difundir para fora da bactéria. Em meio com pH alcalino, escapará para a água e a atmosfera, mas em pH ácido será convertido em mono-metil-Hg e permanecerá na água, sendo facilmente incorporado em peixes.

Entre os fatores que aumentam a possibilidade de intoxicação humana por mercúrio estão fontes antropogênicas significativas, concentração elevada de matéria orgânica em águas e solos levemente ácidos, intensa atividade microbiana, alta diversidade de peixes (incluindo os de nível trófico elevado) e alta taxa de consumo de pescado pelas populações. Todas estas condições são encontradas atualmente em lagos de várzea amazônicos, no pantanal mato-grossense e em rios de floresta de terra firme, próximos às áreas de garimpo. A interação desses fatores reforça o ciclo do mercúrio, com sérios prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana (figura 2).

Cerca de 55% do mercúrio liberado pelos garimpos entram diretamente na atmosfera, sob forma de vapor (Hg^0). O restante é lançado sob forma metálica (é o único metal líquido à temperatura ambiente). O vapor de mercúrio sofre oxidação, reagindo com o vapor de água e o ozônio (O_3 , variedade de oxigênio muito reativa) presentes no ar, e depois é lixiviado pela chuva, depositando-se sob a forma iônica (Hg^{2+}) nos lagos de várzea, rios de florestas e áreas pantanosas, levemente ácidas e ricas em matéria orgânica. Ali é rapidamente metilado pela intensa atividade microbiana, acumula-se em plantas e animais (especialmente os peixes) e daí chega às populações humanas.

chega a ser até dez ou 20 vezes maior que a encontrada em peixes de áreas onde não há extração de ouro. Confirmando a literatura científica existente, os maiores níveis de contaminação foram encontrados em peixes de nível trófico elevado (pintado e dourado). Em alguns casos o resultado ultrapassou largamente a concentração máxima permitida pela legislação brasileira, de 500 microgramas por quilograma de peso úmido.

O estudo demonstrou a situação potencialmente crítica das regiões de garimpo, em especial em áreas da bacia amazônica que apresentam condições ecológicas propícias à acumulação do mercúrio na cadeia alimentar e à sua transferência a populações humanas. Torna-se urgente, portan-

4. CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO EM PEIXES (PARTES COMESTÍVEIS)

ORIGEM DAS AMOSTRAS	ESPÉCIES CARNÍVORAS	$\mu\text{g/kg}$ (peso úmido)
GARIMPOS/RIO MADEIRA		
Cachoeira de Teotônio	Dourado (<i>Brachyplatystoma flovicans</i>)	2.100
Porto Velho	Dourado (<i>Brachyplatystoma flovicans</i>)	1.430
Jaci Paraná (igarapé)	Pintado (<i>Pseudoplatystoma</i> sp)	2.700
Jamari (área controle)	Pintado (<i>Pseudoplatystoma</i> sp)	70
GARIMPOS/RIO DE JANEIRO		
Paraíba do Sul	Dourado (<i>Salminus</i> sp)	290
Muriae	Dourado (<i>Salminus</i> sp)	260
Paraíbauna	Traíra (<i>Hoplias malabaricus</i>)	600

O projeto envolveu a análise da concentração de mercúrio no ar, na água e nos sedimentos em regiões de garimpo da Amazônia e do Rio de Janeiro (figura 3). A concentração na água é variável, confirmando a pouca utilidade dessa análise para estudos de contaminação em regiões extensas como a amazônica. Entretanto, próximo a despejos constantes, como no rio Mutum Paraná, em Rondônia, a concentração pode atingir até 200 vezes a média de rios não contaminados. No ar, constatou-se um aumento da concentração, em função da queima e vaporização do metal, mas é nos sedimentos que fica evidente a contaminação, particularmente em rios de floresta, superando em até cem vezes a média de áreas não contaminadas.

Também foi medida a concentração de mercúrio em tecido muscular de peixes coletados em algumas regiões de garimpo (figura 4). Esta concentração é variável, mas

to, a implantação de um programa de monitoramento ambiental para mensurar as taxas de transferência de mercúrio entre os diferentes compartimentos dos ecossistemas regionais afetados e entre estes e a população humana, além de uma legislação realista para controlar o uso indiscriminado de elemento tão tóxico e de uma campanha educacional eficiente, que otimize a extração de ouro sem prejuízo para o ambiente e o homem.

Wolfgang Christian Pfeiffer, Olaf Malm e Cristina Maria Magalhães de Souza
Instituto de Biofísica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Luiz Drude de Lacerda
Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense

Ene Gloria da Silveira
Fundação Universidade de Rondônia

SE VOCÊ QUER DIRIGIR DESCONTRAÍDO, É MELHOR COLOCAR O CINTO.



Dirigindo na posição correta e protegido pelo cinto de segurança, você corre menos riscos e tem tranquilidade do começo ao fim da viagem.



Você sente a qualidade.

Hábitos alimentares e secreção de insulina

Em determinadas condições, relacionadas a intercorrências fisiológicas como o estresse da vida moderna, o jejum, o exercício físico, e em particular os hábitos alimentares, há uma variação da glicose circulante (o principal açúcar do sangue) e, em resultado disto, ocorrem significativas alterações na secreção de insulina. Estas podem ser identificadas tanto em pessoas previamente expostas a uma dessas situações, ou, em laboratório, em pâncreas ou ilhotas de Langerhans — estruturas pancreáticas que contêm células B, produtoras de insulina — isolados de animais antes submetidos a condições equivalentes.

Nos últimos anos, nossa atenção tem se voltado especialmente para a interferência dos hábitos alimentares no processo de estímulo-secreção de insulina provocado pela glicose. Não só pudemos detectar di-

minuição da resposta secretória de insulina pelas ilhotas de Langerhans isoladas de ratos alimentados com dietas ricas em lipídeos ou proteínas durante 48 dias a partir do desmame, como verificamos, mediante outra série de experimentos, que a restrição do tempo de alimentação para duas horas diárias reduz drasticamente a secreção de insulina. Neste último caso, em que os animais eram alimentados com dietas balanceadas, tivemos a oportunidade de elaborar um estudo mais minucioso.

Ratos da linhagem Wistar com cerca de três meses de idade foram submetidos a um esquema alimentar constituído basicamente de um período de duas horas de alimentação (entre oito e dez horas), intercalado com 22 horas de jejum durante 28 dias (grupo R), num procedimento que mimetiza o hábito humano de fazer uma única

e lauta refeição diária. Após esse período, analisamos alguns parâmetros envolvidos na secreção de insulina.

Os resultados encontrados foram sempre comparados com os observados em dois outros grupos de animais da mesma idade, porém alimentados sem quaisquer restrições (grupo A) ou colocados em jejum de 22 horas uma única vez, imediatamente antes de serem submetidos aos testes apropriados (grupo J). Pudemos comparar os efeitos do 'hábito de jejuar' com o do jejum agudo pelo mesmo período de tempo e a livre alimentação.

Dada a comprovada importância da entrada de cálcio no interior das células B das ilhotas pancreáticas durante o processo secretório da insulina, analisamos esse evento em ilhotas bioquimicamente isoladas de ratos pertencentes aos três grupos.

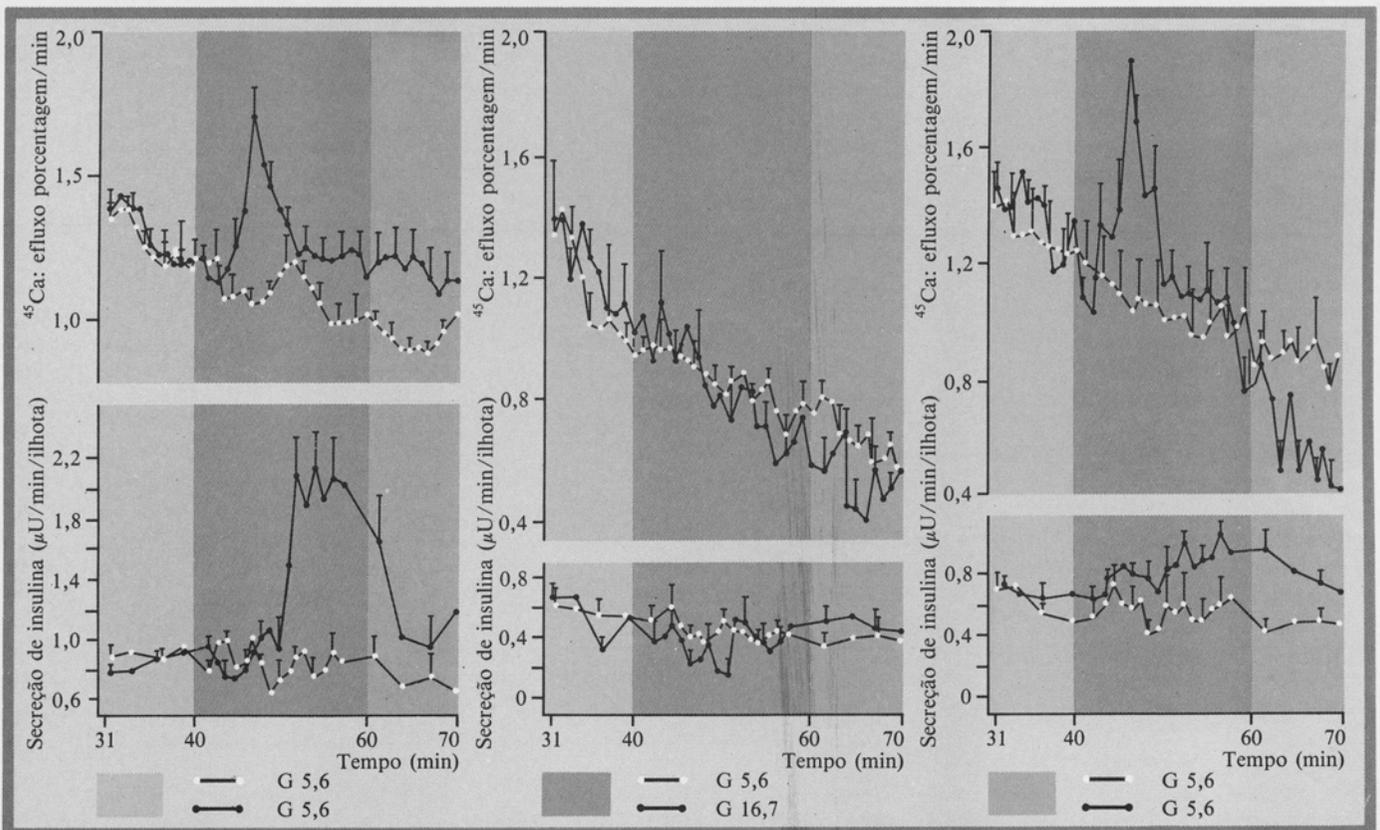


Fig. 1. No gráfico da esquerda vemos, na parte superior, a variação da porcentagem de cálcio radioativo que deixa, por minuto, as ilhotas de Langerhans extraídas de pâncreas dos ratos do grupo A, que tinham livre alimentação. Observe-se que o aumento da concentração de glicose (●) no meio de 5,6 para 16,7 mM (de 10 para 300 mg/ml) fez aumentar o efluxo percentual por minuto (EP/min) do cálcio, isto é, houve maior ingresso de cálcio não radioativo nas células em relação às ilhotas em que a concentração de glicose não aumentou (—). A parte inferior mostra o incremento da secreção de insulina após o aumento da concentração de glicose no meio. No gráfico do centro vemos, em igual disposição, o resultado das mesmas medidas no caso do grupo R, composto por ratos que durante 28 dias tiveram um único período diário de alimentação. Não ocorreu variação do EP/min do cálcio ⁴⁵, nem da secreção de insulina. À direita, os resultados obtidos com o grupo J — submetido a um único jejum de 22 horas — mostram um aumento transitório do EP/min do cálcio, mas apenas uma reduzida alteração da secreção de insulina.

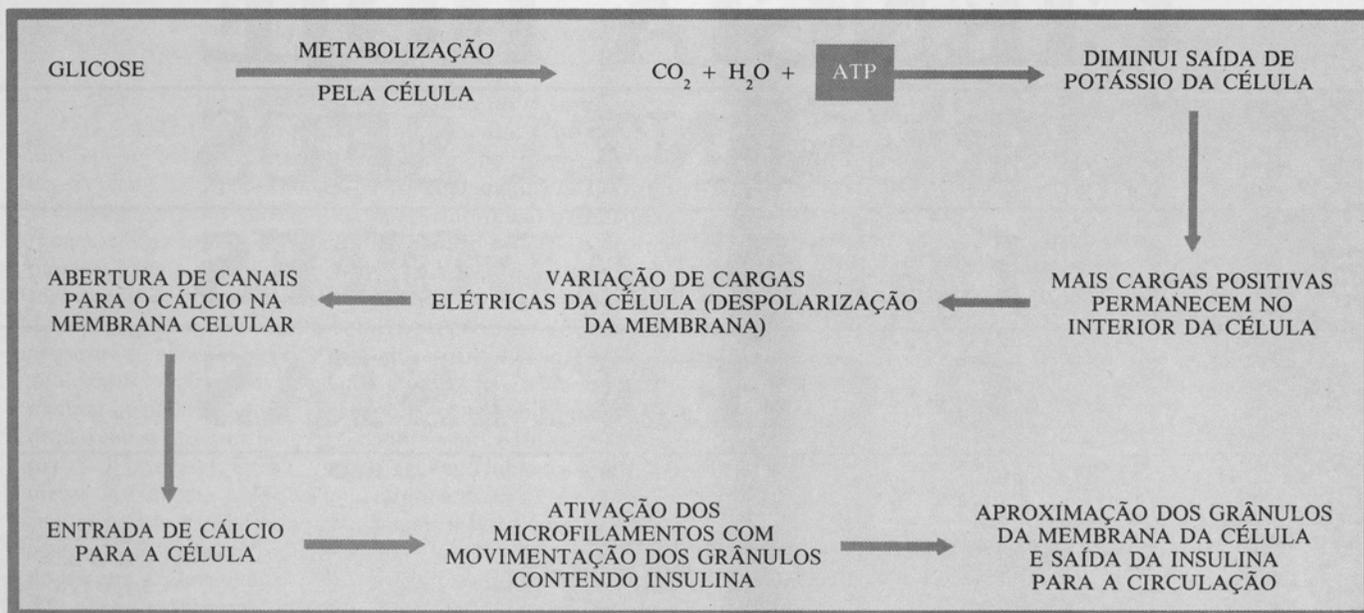


Fig. 2. Etapas do processo pelo qual a glicose acaba por interferir no mecanismo de secreção de insulina pelas células B das ilhotas pancreáticas.

As ilhotas foram incubadas na presença de cálcio radioativo, o qual passou a fazer parte do *pool* intracelular de cálcio, permitindo-nos avaliar movimentos desse íon através da parede das células secretoras. O sistema utilizado para o estudo foi a perfusão, que consiste na passagem de uma solução de composição iônica próxima à do plasma (um miligrama/minuto), equilibrada com oxigênio e gás carbônico, através de uma câmara que continha as ilhotas previamente marcadas com cálcio radioativo. Coletando amostras a cada minuto, pudemos analisar as alterações da quantidade de insulina secretada e do efluxo de cálcio que ocorriam quando a concentração de glicose no líquido perfusor aumentava de 5,6 mM (100 mg/dl) para 16,7 mM (300 mg/dl).

Os resultados mostraram que a secreção de insulina em resposta a uma sobrecarga de glicose está nitidamente diminuída nas ilhotas extraídas dos animais do grupo R em relação às provenientes do grupo A, composto por animais com livre alimentação. Como os experimentos foram feitos sempre às oito horas da manhã, precedendo o momento da refeição habitual dos animais do grupo, poder-se-ia questionar se as alterações verificadas não decorreriam exclusivamente do último jejum (de 22 horas), parte do esquema experimental. Observamos, no entanto, que os animais que jejuavam somente uma vez (grupo J) apresentavam redução menos drástica da secreção de insulina em resposta à sobrecarga glicídica que aqueles do grupo submetido ao 'hábito de jejuar' (figura 1).

Ficou clara, portanto, a interferência de letéria do hábito de fazer uma única refeição

diária sobre a secreção de insulina, independentemente do efeito de um período único de jejum. Quanto ao comportamento dos fluxos de cálcio através de ilhotas isoladas dos animais do grupo R, constatamos a ausência da entrada desse íon durante o processo estimulatório, o que compromete severamente o mecanismo de secreção normal. Observe-se que, quanto ao conteúdo de insulina por unidade secretora, não se observaram diferenças significativas entre os diferentes grupos.

Detectada a alteração da secreção de insulina e do efluxo de cálcio pelas ilhotas isoladas, estudamos alguns parâmetros que possivelmente influenciaram a secreção deficiente do hormônio. Assim, pudemos observar que as células B das ilhotas pancreáticas provenientes do grupo R apresentavam drástica diminuição da transformação de glicose marcada com carbono 14 em CO_2 e água, evidenciando metabolização deficiente desse nutriente.

Dada a importância da integridade do metabolismo da glicose para o perfeito funcionamento das células secretoras de insulina, podemos supor que o hábito de fazer uma única refeição diária leva a uma alteração da secreção de insulina, provavelmente por interferir com o metabolismo dessas células. As evidências atuais falam a favor de uma determinada seqüência de eventos durante o processo de estímulo-secreção da insulina pela glicose (o mais importante secretagogo fisiológico), envolvendo inicialmente o metabolismo desse açúcar nas células secretoras.

As substâncias formadas durante essa metabolização (possivelmente o trifosfato

de adenosina, ATP) levariam a uma diminuição da permeabilidade do potássio, à conseqüente despolarização da célula secretora e à abertura do canal de cálcio voltagem-dependente (que deixa passar o cálcio sempre que a célula despolariza), por onde haveria grande entrada de cálcio. O acúmulo de cálcio iônico intracelular desencadearia finalmente a saída dos grânulos que contêm a insulina, ao aproximá-los da membrana plasmática por estimulação do sistema microtubular (figura 2).

Cientes dessa seqüência de eventos e de que o esquema imposto aos animais diminuiu drasticamente o metabolismo da glicose nas células B das ilhotas de Langerhans, sugerimos que o metabolismo deficiente do açúcar pode ser responsável pela quebra da seqüência de eventos que levam ao aumento do influxo intracelular do cálcio iônico, o que é comprovado pelo menor efluxo de cálcio.

Permanecem totalmente desconhecidas, no entanto, as razões por que o hábito alimentar de uma única refeição diária acarreta o comprometimento do metabolismo glicolítico das células secretoras de insulina, pelo menos em ratos. A possibilidade de que estas alterações ocorram também no ser humano que tem o hábito de fazer uma única refeição diária é bastante grande, mas está ainda por ser pesquisada. Caso isto se comprove, o hábito passaria a ser desaconselhável a indivíduos normais e especialmente aos diabéticos, cuja secreção de insulina já está comprometida.

Angelo R. Carpinelli

Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade de São Paulo

CIÊNCIA HOJE APRESENTA SEUS COLABORADORES NÃO CIENTISTAS

Estas são as empresas e instituições que consideram
CIÊNCIA HOJE o veículo ideal para falar com as pessoas
estudiosas e inteligentes deste país.
Obrigado, voltem sempre.

3M do Brasil
ABC Sistemas
Abicom
Agrocere
Alpargatas S/A
Bamerindus
Bandepe
Banepa
Banestado
BNB
Banco do Brasil
Banco do Nordeste
Banco Itaú
Banco Noroeste
BNCC
BNDES
Burroughs
Café Caciue
Cx. Econ. Est. S. Paulo
Cx. Econômica Federal
Carborundum do Brasil
Casio
Cia. Bras. Met. Mineração
Cia. Bras. de Estireno
Cia. Suzano de Papéis
Cobal Somar
Cobra Computadores
Copene
Copersucar
Copepe-UFRJ

Curso Anglo
Cia. Vale do Rio Doce
Dataprev
Digirede
Dupont
Duratex
EBC Computadores
EBTU
Edisa Informática
Editora Leia Livros
Editora Unesp
Elebra Informática
Eletronorte
Energia de São Paulo/CESP
Faperj
Fiat Automóveis
Finep
Fiocruz
Flex Disc
Ford
Fund. Bio-Rio
Fund. Bras. Conserv. Natureza

Fund. Joaquim Nabuco
Fund. José Pedro de Araújo
Fund. Moinho Santista
Fund. Roberto Marinho
Fundição Tupy S/A
Gillette do Brasil S/A
GM do Brasil
Gov. Rio de Janeiro
Gov. Amazonas
Gov. Bahia
Gov. Minas Gerais
Gov. Pará
Gov. Paraná
Gov. Rio Grande do Sul
Gov. São Paulo
Grafcolor
Grupo Edson Queiróz
Grupo Gerdau
Grupo Souza Cruz S/A
Grupo Ultra
Hewlett Packard
Hoechst
IBGE

IBICT
IBM
IBRAM
INAMPS
Intercontinental de Café
Itaipu
Itautec
João Fortes Engenharia
Jornal do Brasil
Labo Eletrônica S/A
Latri Ind. Gráfica
Livraria T. A. Queiróz
Localiza Rent a Car
Lloyds Bank
Massey Perkins S/A
Matec
Metal Leve
Metalma
Metanor/Copenor
Microlab
Microtec
Min. Ciência e Tecnologia
Min. da Administração

Min. da Cultura
Min. Prev. Assist. Social
Min. da Educação
Modata
Museu Emilio Goeldi
NEC do Brasil
Nestlé
Nitriplex
Novo Industri S/A
Nuclebrás
Oxiten
Petrobrás
Petroflex
Petroquímica União
Polioléfinas
Polipropileno
Pólo Ind. Com.
Prológica
Pronor
Provida S/A
Rede Globo
Refinações Milho Brasil
Resana S/A Ind. Química

Rev. Bras. de Computação
Rev. Ciências Sociais
Rev. Religião e Sociedade
Rev. Isto É Senhor
RFFSA
Rima Impressoras
SOS Mata Atlântica
SABESP
Salgema
Sanbra
Scopus
Sec. Ciência e Tecnologia/RJ
Sec. Ciência e Tecnologia/SP
Securit
Sharp
SID Informática
Sisco Computadores
Sistema Automação Ind. S/A
Soft Eletrônica
Telebrás
Texas Instrumentos
Transbrasil
Unysis
Unitron Computadores
Varig
Vasp
Volkswagen
WEG Acionamentos S/A
White Martins
Xerox

E estas são as agências que programam CIÊNCIA HOJE
como veículo de prestígio para público altamente qualificado.
Obrigado, disponham sempre.

AAB Ogilvy & Mather
ADAG
ADEX
Agência da Casa
Almap
Artplan
AZJ
Bonturi, Barone & Assoc.

Caio
Castelo Branco
CBBA

CBP
Colucci
Denison

DPZ
Fischer
Giovanni Módulo

Italo Bianchi
Mark
McCann

MG4
MIX
MPM

Norton
OPUS
Publicita

Publivendas
Propeg
Saldiva

Salles
SGB
SMP&B
Standart
Talent
Umuarama
V S Escala
Young & Rubicam

FAÇA COMO ELES. ANUNCIE AQUI.

CIÊNCIAHOJE

Ligue hoje mesmo

(021) 295-9443 • (021) 295-4846 • (011) 259-5399

AMAZÔNIA: TESOURO QUÍMICO A PRESERVAR

Otto R. Gottlieb

Instituto de Química,
Universidade de São Paulo

Maria Auxiliadora C. Kaplan

Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais,
Universidade Federal do Rio de Janeiro



foto Beto Barcellos

Dalbergia nigra, um jacarandá.

“Uma planta pode conter 50 substâncias diferentes. A descoberta de uma só delas pode ser mais importante para a humanidade que a de uma nova galáxia.”

Sir Robert Robinson

O elevado padrão da sociedade tecnológica sustenta-se, em larga medida, na sempre crescente introdução de novos produtos químicos. Os vegetais têm fornecido e podem continuar a fornecer tanto as substâncias propriamente ditas como os modelos necessários à sua produção industrial, por síntese ou cultura de células. A Amazônia, com suas 60 mil espécies vegetais (10% da flora mundial), é um acervo fabuloso, que já propiciou à humanidade substâncias como os curares, a emetina e a quinina. A despeito disto, permanece um território quimicamente pouco conhecido, e as esperanças de um bom aproveitamento futuro são bastante tênues.

O agravamento da pobreza e a explosão demográfica na América do Sul, somados aos investimentos que ali fazem as empresas multinacionais, estimulam a invasão maciça do antes chamado 'Inferno Verde', hoje convertido em 'Terra da Promissão'. Infelizmente, os projetos de que se tem notícia visam antes à espoliação gradual dos recursos da região que à sua utilização racional. De fato, não há como interferir racionalmente num sistema, seja ele qual for, sem conhecer a dinâmica de seu funcionamento. E como pouco se sabe sobre as razões da vida e da morte na floresta amazônica, sua ocupação racional é, no momento, impossível.

Estão hoje em pauta duas concepções de exploração racional da Amazônia: uma envolve a ocupação de áreas relativamente pequenas; a outra prevê o desmate de territórios muito maiores. No primeiro caso, um número limitado de pessoas pratica o corte de madeira, a atividade agrícola ou a mineração; quando sua permanência se torna antieconômica, a área é abandonada

e a vegetação natural pode voltar a ocupá-la. No segundo caso, empresas industriais desmatam grandes extensões para reflorestá-las com um número limitado de espécies, criar gado, fazer mineração de superfície ou simplesmente inundá-las com vistas à geração de hidroeletricidade. Por imposição legal, esses empreendimentos devem preservar determinada proporção da floresta. Não acreditamos que nenhuma dessas estratégias — a regeneração espontânea e a delimitação de reservas — preserve a riqueza química da Amazônia.

Quando se devolve uma área desmatada à recolonização vegetal espontânea, a nova população diferirá da floresta original por efeito de pelo menos três fatores: fertilidade do solo, umidade e iluminação. No tocante à fertilidade do solo, estudos feitos por McKey e colaboradores na década de 1970 tinham mostrado que, comparada à de solos mais pobres, a vegetação de solos ricos em nutrientes contém menor concentração de fenólicos (ácidos fenólicos, flavonóides, proantocianidinas, taninos), que têm a propriedade de repelir herbívoros ou agentes patogênicos. Constatamos fenômeno análogo ao comparar a defesa química vegetal — expressa em cianogênese (formação de gás cianídrico tóxico pela planta atacada) e taninos — de espécies que crescem em solos arenosos de restinga e em campos abertos rochosos com espécies de solos férteis de cultivo e de bosque.

A umidade ambiental afeta a composição química das plantas de várias maneiras, das quais destacaremos duas. Uma, direta, acarreta predominantemente modificações quantitativas; outra, mais sofisticada, resulta em alterações qualitativas.

Um exemplo do primeiro caso é o fenômeno da circulação da água através das células vegetais, fazendo com que os constituintes micromoleculares destas sejam dissolvidos e transportados em solução para fora. Quanto maior for a umidade do ambiente, mais rápido será esse fluxo e maior será a quantidade de substância liberada para o ambiente. É isto que explica tanto a conhecida esterilidade do solo sob certas plantas, de cujas folhas o orvalho lixivia substâncias alelopáticas — produtos químicos da planta que atuam como repelentes —, como o fato de que, nos dias de chuva, o perfume nas florestas é mais intenso.

O outro tipo de ação da umidade explica por que as folhas das plantas da floresta tropical precisam se defender permanentemente do ataque de populações de fungos das mais variadas espécies. Essa defesa é feita pela biossíntese, na medida da necessidade, de substâncias fungistáticas ou fungitóxicas, isto é, que dificultam ou impedem o ataque de fungos. Os efeitos da interação fungo-planta podem ser testados em laboratório. A suspensão de esporos de um fungo indutor (que efetua o ataque), em forma de gotículas, é aplicada a folhas recém-colhidas. Após incubação, o líquido é recolhido por centrifugação e aplicado na superfície de um gel que contém um fungo detector (que permite a análise do fenômeno). Após nova incubação, halos brancos podem aparecer em volta do ponto de aplicação, indicando inibição do desenvolvimento do fungo detector. Isso demonstra o poder que tem o clima de alterar o potencial químico das plantas: folhas coletadas no inverno — época de seca — não produzem fungitoxinas, mesmo expostas a fungos *in vitro* e sob condições ideais.

Estudos feitos por Phyllis Coley e colaboradores mostraram que a vegetação de crescimento mais veloz contém menor concentração de repelentes químicos a herbívoros ou agentes patogênicos que a vegetação de crescimento mais lento. Também neste caso, pudemos verificar que folhas de plantas expostas à luz, e portanto no exercício ativo da fotossíntese, são mais pobres em substâncias químicas isoláveis que as folhas sombreadas. Verifica-se isto tomando uma única árvore de floresta densa: as folhas do topo, bem iluminadas, são quimicamente mais pobres que as da parte baixa do tronco, imersas na mata.

Esses estudos mostram que a composição química de uma espécie vegetal não depende apenas de fatores genéticos. Ainda que dentro de certos limites, varia também segundo fatores ambientais.

O desmate segue o critério do lucro imediato.

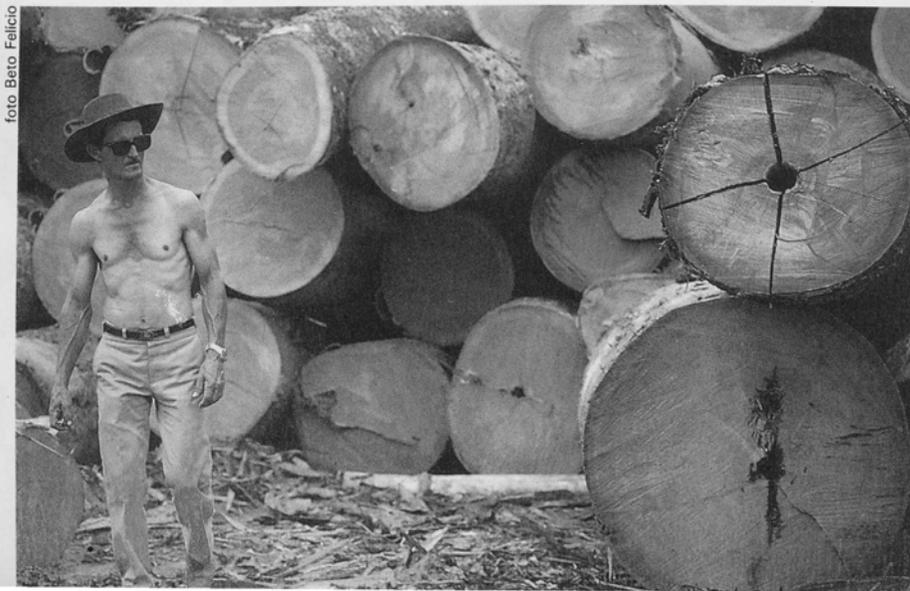


foto Beto Felício



O araribá (*Centrolobium robustum*).

A coerência ecológica de uma região coberta por vegetação espontânea é regida por fatores mediados, em última análise, por substâncias químicas. Numa restinga tropical, como a de Maricá (RJ), na direção do mar à lagoa, a vegetação passa de rasteira e rala a arbustiva, tornando-se depois arbórea e densa. A proporção de espécimens vegetais com folhas danificadas por predadores naturais aumenta na mesma direção, o que se deve ao correspondente aumento da densidade de insetos. Verificamos que, perto da praia, a proporção de plantas cianogenéticas não passa de 10 a 15%, aumentando gradualmente em direção à lagoa. Nas cercanias desta, na parte mais fechada da mata, de 70 a 80% das amostras de folhas testadas mostraram-se cianogenéticas. Por outro lado, às margens das duas estradas abertas na restinga (a 200 e 400 m do mar, respectivamente), o teor em plantas cianogenéticas é muito menor

que o esperado de acordo com o gradiente observado. O fenômeno é especialmente marcante com relação aos taninos.

A razão dessas variações é simples. As plantas baixas, junto ao mar, estão sujeitas a ventos marítimos fortes e freqüentes, os quais são quebrados pelos arbustos e árvores que caracterizam a paisagem mais próxima à lagoa. O movimento do ar, fraco que seja, reaparece nas estradas. Claramente, a diminuição da força do vento aumenta a pressão de insetos, o que, por sua vez, induz a síntese de substâncias repelentes pelas plantas. A correlação positiva entre pressão de herbívoros e defesa química vegetal reflete o caráter econômico da natureza: a planta não fabrica mais veneno que o necessário à sua sobrevivência no ambiente.

Os estudos até aqui referidos envolvem análises químicas gerais, feitas aleatoriamente com grande número de espécies ve-

getais de uma área. Bem mais ampla, no entanto, é nossa experiência com análises químicas restritas a espécies de um só gênero ou de gêneros relacionados numa mesma família. Um trabalho dessa natureza conduz a certas conclusões sobre a variação química de filões vegetais em determinada região e ao longo de vasta faixa geográfica.

Uma das espécies vegetais mais famosas da Amazônia é o pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), rico em óleo essencial. Dado o valor comercial do principal componente desse óleo, o linalol, analisaram-se muitas espécies, também amazônicas, do mesmo gênero. Em vão: só o pau-rosa apresenta o linalol em quantidades apreciáveis. Aliás, as composições químicas de diferentes espécies da *Aniba* só se assemelham quando elas ocorrem em áreas diferentes: quando duas espécies coexistem na mesma área, suas composições químicas diferem.

O mesmo fato foi constatado em outro gênero. Os araribás (gênero *Centrolobium*) fornecem madeira própria para construção. As diferentes espécies, que crescem em regiões brasileiras muito distantes entre si, têm também composição química similar, baseada numa série de diarileptanóides, tipo pouco comum de substância química vegetal, geralmente todos levogiros, isto é, dotados da propriedade de desviar o plano da luz polarizada para a esquerda. A sobreposição de espécies numa região só ocorre no estado do Rio de Janeiro, com *C. scherophyllum* e *C. robustum*, e ali, por incrível que pareça, os diarileptanóides da segunda espécie são dextrogiros. Pode haver dúvida de que espécies simpátricas tendem à diversificação?

Passemos à ação do ambiente geográfico. Os jacarandás são explorados, como fonte de madeira de lei, desde a Ásia até a América. Nas regiões tropicais dessa enorme extensão geográfica distribuem-se diferentes espécies da árvore (gênero *Dalbergia*), com composição química bem próxima. É grande a semelhança, por exemplo, entre *D. sissoo*, da Índia, e *D. spruceana*, da Amazônia, e *D. nigra*, da Mata Atlântica. Curioso é seguir esse filão vegetal da floresta úmida tropical para os cerrados adjacentes, com espécies dos gêneros aparentados *Machaerium* e *Cyclolobium*: junto com as graduais transições morfológicas, a composição química modifica-se a tal ponto que se torna difícil ou impossível perceber o parentesco do grupo. É inegável, portanto, a relação entre a composição química de uma linhagem vegetal e o ambiente geográfico. ▶

Até 1974, só 5 a 6% da flora mundial tinham sido quimicamente estudados. Em 1983, estimava-se que, das 500 mil a 750 mil espécies de vegetais superiores, 10% tinham tido sua constituição química analisada. Se esses dados sugerem algum progresso, este certamente não se deu na América do Sul. Aqui, apesar dos avanços em cromatografia, que facilita o isolamento de substâncias puras de um extrato bruto, e em espectrografia, que facilita a identificação das substâncias isoladas, o conhecimento dos produtos naturais cresce com exasperante lentidão.

Com relação às plantas superiores da Amazônia, duvidamos que mais de 1% de-

do trabalho. Varia também segundo a competência e o interesse dos pesquisadores, muitas vezes, no Brasil, alunos de pós-graduação buscando prática de laboratório.

Sobre a lentidão do progresso em química dos produtos naturais, Raven e colaboradores advertiram: "Considerando o potencial humano taxonômico disponível e a enorme velocidade de extinção que caracterizará o próximo século, não é seguro que nem 5% venham a ser adicionados ao nosso inventário antes que os 80% restantes sejam extintos." Se isto se aplica às descrições morfológicas, que são relativamente rápidas, que dizer sobre os registros químicos, muito mais trabalhosos e lentos?

uma composição química original fique preservada por determinado tempo?

Indagações como esta têm grande interesse prático. Novas descobertas de substâncias úteis originárias da Amazônia estão rareando, o que impõe uma mudança de rumo, a passagem da etnofarmacologia para a pesquisa de base voltada para modelos moleculares.

A princípio isto pode parecer simples. Os perfis químicos dinâmicos da maioria das famílias vegetais são conhecidos e a quimiosistemática moderna dispõe assim de valores preditivos. Entretanto, embora limitado pelas restrições evolutivas de longo prazo, um mecanismo biossintético pode sofrer ajustamentos no curto prazo em resultado de perturbações que influenciam a estrutura da comunidade.

Examinamos aqui uma série dessas perturbações que ocorrem em circunstâncias naturais. Hoje, na Amazônia, a interferência humana eleva dramaticamente a velocidade da mudança, e a variação progressiva na composição química pode levar uma espécie à extinção. Sabemos ainda muito pouco sobre os efeitos da irradiação espacial e do isolamento, a interação de patógenos e herbívoros, os efeitos climáticos e decorrentes da composição do solo sobre a fitoquímica para poder prever a extensão das mudanças no conteúdo químico no acervo amazônico, mesmo que o desmatamento venha a ser sustado num ponto aparentemente admissível.

Muitos projetos de pesquisa poderiam pretender esclarecer as dúvidas que aqui levantamos, mas, ainda que sejam implementados, seus resultados tardarão. Que fazer então, de imediato, para evitar que desapareçam para sempre os produtos naturais, modelos potenciais de remédios, estimulantes, antibióticos, toxinas, aditivos alimentares, aromas, pigmentos, antioxidantes, perfumes, defensivos agrícolas, praguicidas, inseticidas? Só há, a nosso ver, uma resposta: criar extratários. Os herbários já não bastam. Os produtos naturais devem ser preservados sob a forma de extratos brutos, adequadamente preparados, etiquetados e guardados. A extração e a preparação do material não apresentam maiores dificuldades técnicas, nem demandam mais tempo que a herborização. Gerações futuras, com laboratórios mais bem equipados para o isolamento e a determinação estrutural das substâncias presentes nos extratos estocados, terão neles repositórios duradouros, que, como os bancos genéticos, permitirão recuperar informação sobre épocas passadas. ■



foto Beto Barcellos

Cyclobium, do cerrado, tem 'parentes' na Amazônia.

la tenha sido quimicamente analisado. No entanto, as florestas, embora ocupem somente 7% da superfície terrestre, contêm a metade das espécies existentes, e as florestas tropicais, além de mais vastas que as paleotropicals (na proporção de 3:2) são mais ricas em espécies (na proporção de 3:1). A isto se somam o tamanho dos espécimens, a idade geológica menor da floresta tropical — provavelmente responsável por maior vigor mutacional — e sua necessidade de coerência com um ambiente extremamente variado.

Cabe ainda considerar que, mesmo quando os dados químicos de uma planta estão registrados na literatura, a abrangência da informação depende das técnicas de extração, separação e elucidação de estrutura disponíveis quando da realização

Nosso trabalho leva a uma expectativa de estabilidade, isto é, à possibilidade de prever sistematicamente a composição química de grupos vegetais de vastas regiões razoavelmente homogêneas. Em contrapartida, a variabilidade, ou seja, a anomalia bioquímica, pode ocorrer em populações pequenas, em regiões dominadas por um grupo congênial estreitamente aparentado, ou sob segregação em regiões geograficamente restritas. Neste último caso incluem-se as reservas florestais criadas pelos programas de conservação: em decorrência da abertura de terras à sua volta, a química dos organismos vegetais situados nas margens se alterará. Até que distância, no interior da floresta, a coerência ecológica acarretará alterações adicionais? Que dimensões deve ter uma reserva para que



Mesmo longe das pistas, o CPqD da Telebrás faz o Brasil chegar na frente.

Quem acompanha o desempenho dos brasileiros no automobilismo tem certeza de uma coisa: velocidade é com a gente. E todo o mundo já está acostumado a ver a bandeira do Brasil hasteada no pódio.

Mas o que muitos brasileiros ainda não sabem é que o Brasil também está chegando na frente com sua avançada tecnologia em telecomunicações. Tecnologia que é produzida no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD) da Telebrás, o maior centro de pesquisa de telecomunicações da América Latina e um dos mais importantes do mundo.

O CPqD desenvolve mais de 70 projetos atualmente, nas áreas de comutação eletrônica, comunicações por satélite, transmissão digital, comunicações ópticas, componentes e materiais, comunicação de dados e textos, desenvolvimento de redes e tecnologia de produto. Todos os seus programas seguem as diretrizes do Governo Federal, através do Ministério das Comunicações.

Um exemplo disso é o mais recente projeto concluído pelo CPqD na área de comutação eletrônica, a central telefônica digital Trópico RA, inteiramente



controlada por computador. Vedete da família Trópico (antes dela foi desenvolvida a Trópico R e o concentrador de linhas Trópico C), a central Trópico RA tem capacidade para mais de 100 mil linhas. E é tão ou mais avançada que suas similares produzidas em outros países, tais como Estados Unidos, Japão, Alemanha Ocidental, Suécia, França e Inglaterra.

Ao contrário das centrais convencionais, as centrais da família Trópico permitem serviços como transferência de chamadas telefônicas, interligações de vários assinantes numa

conferência, chamada em espera, discagem abreviada e outras comodidades para o usuário. Tudo com maior velocidade e mais qualidade. E economizando divisas para o Brasil, que não precisará importar tecnologia, além de permitir o aproveitamento dos profissionais brasileiros do setor dentro do próprio País.

Por essas e por outras, quando se fala no Brasil lá fora se fala também em tecnologia de telecomunicações. Ao lado dos países mais desenvolvidos, estamos vencendo essa corrida.



Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES

**GOVERNO FEDERAL
TUDO PELO SOCIAL**



foto: Roggero Garbati



FLORES PEDEM MORCEGOS

Rogério Gribel

Departamento de Ecologia,
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Ivan Szazima e Marlies Szazima

Instituto de Biologia,
Universidade Estadual de Campinas

As flores de diversas espécies de plantas superiores apresentam características morfológicas e funcionais que favorecem a ação de mamíferos como agentes de polinização. Tanto no Novo como no Velho Mundo, os morcegos, animais da ordem Chiroptera, se destacam entre os mamíferos polinizadores, e as plantas por eles polinizadas apresentam um conjunto de atributos florais conhecido como síndrome de quiropterofilia. Alguns mamíferos de hábitos arborícolas ou trepadores também visitam flores em busca de néctar e podem polinizar algumas plantas. A existência de sistemas de polinização co-adaptados entre plantas e mamíferos não voadores é, no entanto, uma questão polêmica no âmbito da ecologia da polinização.

Inflorescências do pequi (Caryocar brasiliense).

A polinização das flores é um dos processos responsáveis pelo fluxo gênico — isto é, o movimento de genes numa população e entre populações pela difusão de gametas (contidos no pólen) ou de zigotos (contidos nos propágulos) — nas plantas. Nesse processo, grãos de pólen (que contêm os gametas masculinos) são transferidos das anteras — porção dilatada, sacular, que se acha no ápice do filete do estame — para o estigma, que é a porção terminal do gineceu, destinada a recolher o pólen e sobre a qual ele germina (figura 1). Uma vez no estigma, os grãos de pólen podem se desenvolver e fecundar os óvulos, que encerram os gametas femininos.

Formas de vida sem locomoção própria, as plantas dependem da intermediação de vetores como animais — insetos, pássaros ou mamíferos —, correntes de vento ou água para que a polinização possa ocorrer.

Os grãos de pólen de uma flor podem ser transferidos para seu próprio estigma (autopolinização) ou para o de outra flor (polinização cruzada), que pode pertencer ao mesmo indivíduo ou a outro. Neste segundo caso, as sementes resultarão da união de gametas de indivíduos geneticamente distintos, isto é, de uma fecundação cruzada. Esta é vantajosa do ponto de vista evolutivo, por dar origem a uma progênie com maior variedade genética, o que lhe pode conferir maior potencial adaptativo.

Grande parte das angiospermas — grupo de plantas floríferas providas de semen-

tes encerradas no pericarpo, isto é, as paredes do fruto — possui adaptações que previnam ou restringem a autofecundação, ao mesmo tempo que aumentam a probabilidade de ocorrência da fecundação cruzada. Mesmo nas florestas tropicais, onde a grande diversidade vegetal resulta muitas vezes em grande distanciamento entre indivíduos de uma mesma espécie, predomina a reprodução cruzada. Por outro lado, nas ervas anuais e plantas colonizadoras — aquelas que ocorrem nas fases iniciais do processo de sucessão vegetal — o mecanismo de reprodução mais freqüente é a autofecundação.

Como a fecundação cruzada depende do deslocamento de pólen entre flores de diferentes indivíduos, grande parte das espécies vegetais desenvolveram estruturas que favorecem a ação de animais como vetores de pólen. Em geral tendemos a lembrar das abelhas, das borboletas e dos beija-flores como polinizadores, mas, nas regiões tropicais, cerca de 750 espécies de plantas apresentam atributos florais que favorecem a polinização por mamíferos. Diversas espécies apresentam flores com ântese (processo de abertura do botão) crepuscular ou noturna. Sendo funcionais durante a noite, essas plantas são adaptadas à polinização por animais de hábitos noturnos, geralmente mamíferos ou mariposas. Apresentaremos aqui os aspectos mais gerais das interações das plantas de flores noturnas com mamíferos, em especial na América tropical.

Os morcegos constituem o grupo de mamíferos mais importante como visitantes e polinizadores de flores. A literatura atual sobre a ecologia da polinização reconhece a existência de cerca de 600 espécies, em 180 gêneros e 35 famílias de plantas das regiões neotropicais adaptadas à polinização por morcegos (quiropterófilas). Entre as famílias de plantas que possuem espécies com essa adaptação, estão: as agaveáceas, as bignoniáceas, as bombacáceas, as bromeliáceas, as actáceas, as gesneriáceas, as leguminosas, as musáceas e as solanáceas.

Geralmente esse tipo de polinização ocorre apenas em algumas espécies de cada família, o que indica que as características florais que permitem a ação de morcegos como agentes polinizadores tiveram origem e evolução independentes nas diversas famílias botânicas. As primeiras angiospermas surgiram no início do período Cretáceo, há cerca de 130 milhões de anos, e a maior parte dos grupos modernos existem há 65 milhões de anos. Já os primeiros morcegos a se alimentarem de plantas no Novo Mundo surgiram provavelmente durante o período Mioceno, há cerca de 15 milhões de anos. As adaptações que favoreceram a polinização por morcegos resultaram de pressões seletivas exercidas por esse grupo de mamíferos, com alto potencial para polinização, sobre a estrutura e a fisiologia floral das angiospermas num momento relativamente recente da história evolutiva desse grupo de plantas.

As flores das plantas quiropterófilas apresentam um conjunto de características morfológicas e fisiológicas relacionadas com os hábitos e a morfologia dos morcegos, ao qual se dá o nome de síndrome de quiropterofilia. Nessas flores, a ântese inicia-se ao cair da tarde ou à noite, em função do horário de atividade dos morcegos. Em geral, elas estão expostas, ocupando posição destacada em relação à folhagem, o que favorece a aproximação do morcego em voo. Algumas são terminais, sobresaindo acima da copa — como na dedaleira (*Lafoensia*), no pequi (*Caryocar*) e no imbiruçu (*Pseudobombax*) —, outras são cauliflórias, dispondo-se nos caules e ramos principais, como na cuieira (*Crescentia*) e em *Parmentiera*, e outras ainda são flagerifólias, pendendo em longos pedúnculos, como em algumas espécies de arari (*Mucuna*), visgueiro (*Parkia*) e castanha-de-galinha (*Couepia*). Boa parte das espécies polinizadas por morcegos é constituída por plantas trepadeiras ou pequenos arbustos — como algumas espécies de maracujá-da-restinga (*Passiflora*), arari e unha-de-vaca (*Bauhinia*), e algumas delas, como várias espécies *Pseudobombax*, perdem todas as folhas durante a época da floração.

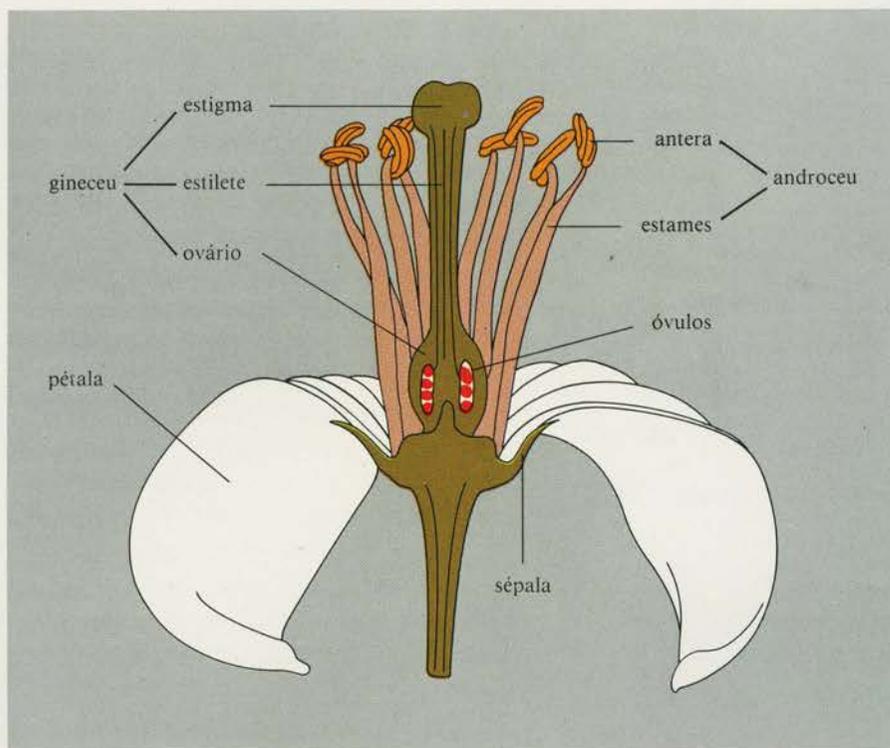


Fig. 1. Corte longitudinal de uma flor, mostrando o conjunto dos componentes femininos (gineceu) e masculinos (androceu).



Fig. 2. Inflorescências da dedaleira (*Lafoensia pacari*), árvore do cerrado do Brasil Central polinizada por morcegos.

As flores quiropterófilas apresentam coloração esbranquiçada ou amarela e, menos frequentemente, esverdeada, arroxeadada ou avermelhada. Na maioria das espécies, exalam cheiro forte, geralmente desagradável ao olfato humano. O odor é importante para que o morcego possa localizar as plantas a longa distância, ficando a orientação a curta distância por conta da visão e do sistema de ecolocalização.

Para satisfazer à demanda energética de polinizadores de grande biomassa e alta taxa metabólica como os morcegos, a produção de néctar é intensa se comparada à de flores polinizadas por insetos ou pássaros. As flores quiropterófilas têm grande quantidade de pólen, característica que favorece a deposição de volumosa carga do mesmo no corpo relativamente amplo do polinizador.

Em geral, as flores polinizadas por morcegos são funcionais por apenas uma noite, podendo, na manhã seguinte, ocorrer a queda das anteras e das pétalas. Exemplos disto são as flores do pequi (*Caryocar brasiliensis*) e da dedaleira (*Lafoensia pacari*), duas plantas dos cerrados do Brasil Central (figura 2). Outras, como *Paliavana* sp (figura 3), duram duas noites, sendo funcionalmente masculinas na primeira e femininas na segunda.

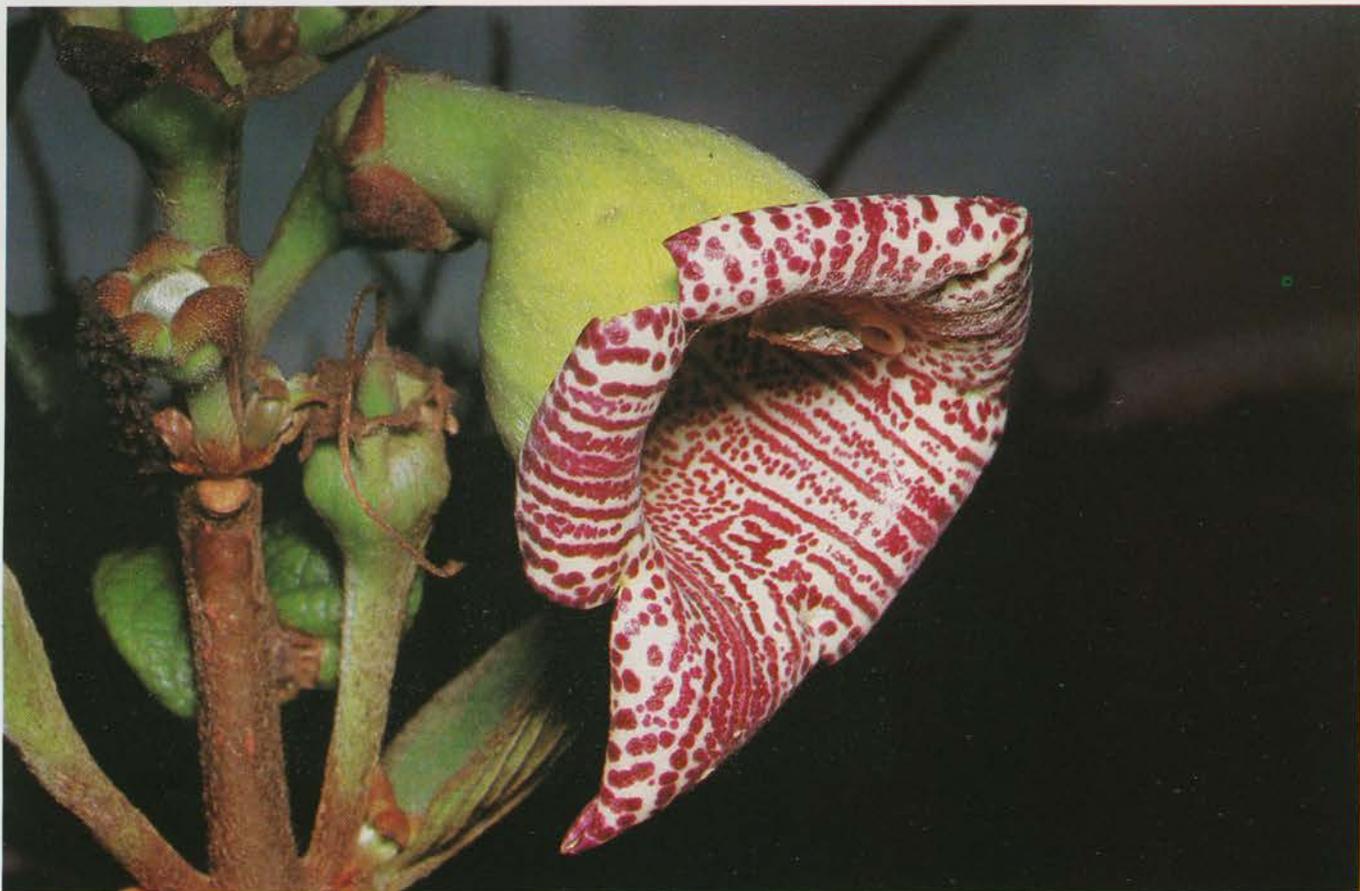


Fig. 3. Manchas e estrias púrpura enfeitam o interior da flor da *Paliavana* na serra do Cipó (MG). Esta flor polinizada por morcegos dura duas noites; na primeira, é funcionalmente masculina, na segunda, feminina.

Nas regiões tropicais do Novo Mundo, os morcegos que visitam as flores pertencem à família dos filostomídeos (morcegos com folha nasal, um apêndice com forma de folha triangular que ocorre na região das narinas) e, nas regiões tropicais da Ásia e da África, à dos pteropodídeos (morcegos do tipo 'raposas voadoras'). São duas famílias filogeneticamente muito distantes entre si na ordem dos quirópteros, pertencendo a duas subordens diferentes: os filostomídeos situam-se entre os microquirópteros e os pteropodídeos entre os megaquirópteros. Isso indica que o hábito nectarívoro se originou independentemente entre os morcegos de cada uma dessas regiões.

Ao longo de sua história evolutiva nas regiões neotropicais, a família dos filosto-



Fig. 4. A língua longa, com papilas filiformes na ponta, permite ao morcego *Glossophaga soricina* retirar o néctar das flores enquanto adeja à sua frente.

mídeos, composta por cerca de 50 gêneros e 150 espécies, ocupou grande variedade de nichos ecológicos. Sua intensa radiação adaptativa resultou em grande diversidade de hábitos alimentares, havendo na família espécies insetívoras, carnívoras, frugívoras, nectarívoras e sanguívoras (exceto este último hábito, que não se combina com outros em nenhuma espécie conhecida, dois ou três dos demais podem se conjugar numa mesma espécie).

Na família dos filostomídeos ocorrem duas subfamílias, a dos glossofagíneos e a dos filonictéríneos, cujas espécies apresentam adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais à visitação de flores e a uma dieta predominantemente nectarívora. A primeira dessas subfamílias encontra-se amplamente distribuída nas Américas do Sul e Central e chega ao sul dos Estados Unidos, onde ocorre uma espécie. Já a segunda restringe-se às Antilhas.

Os glossofagíneos, de que vemos um espécime na figura 4, são morcegos de peque-

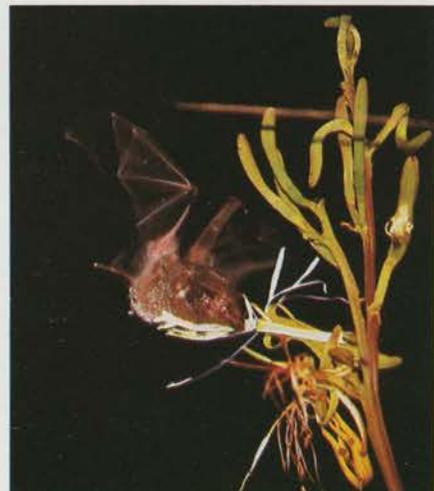


Fig. 5. Visita em vôo adejado de morcegos glossofagíneos à flor do pequiheiro em cerrado do Distrito Federal.

no porte (pesam de 8 a 15 g) que têm alta taxa metabólica e grande habilidade de vôo. Habitualmente, em suas visitas às flores, pairam por algumas frações de segundo diante delas (figura 5). Têm línguas longas, afiadas e retráteis, providas de papilas filiformes na extremidade, estruturas que facilitam a retirada de néctar (figura 6). Os morcegos desse grupo complementam sua dieta nectarívora e polinívora com insetos e frutos.



Fig. 6. À esquerda, nos campos rupestres da serra do Cipó, o morcego *Lonchophylla bokermanni* busca néctar na inflorescência da bromélia *Encholirium glaziovii*. Note a língua distendida e o focinho manchado de pólen amarelo. À direita, num cerrado do Distrito Federal, o morcego glossofagíneo *Anoura caudifer* visita a flor de unha-de-vaca (*Bauhinia* sp). Note a concentração de pólen no abdome do animal e a língua distendida para o interior da câmara nectarívora. No alto à direita, o morcego *Anoura caudifer* poliniza a flor do maracujá-da-restinga (*Passiflora mucronata*), em Ubatuba, litoral de São Paulo.



Além de espécies de glossofagíneos e filonictéríneos, diversas espécies de outras subfamílias (filostomíneos, carolíneos e stenodermatíneos) também visitam flores em busca de néctar. Estas, no entanto, têm dieta predominantemente frugívora, e se aproveitam do néctar de forma oportunista, quando ele se oferece em grandes quantidades ou em períodos de escassez de frutos. Têm porte maior que os glossofagíneos, e algumas espécies são mesmo bastante grandes, como *Phyllostomus hastatus*, que pesa por volta de 80 a 100 g (figura 7). Os morcegos dessas subfamílias não possuem línguas tão especializadas quanto a dos glossofagíneos e filonictéríneos, e, em suas visitas às flores, habitualmente pousam, agarrando-se aos ramos com auxílio dos pés ou com a unha do dedo polegar (figura 8).



foto Ivan Szama

Fig. 7. À esquerda, o *Phyllostomus hastatus*, morcego onívoro de grande porte, frequentemente observado visitando flores. Note a carga de pólen presa nos pêlos. Este espécime foi capturado quando visitava flores da sumaúma (*Ceiba petandra*), na ilha de Maracá, em Roraima.



foto Rogério Gröbel

Fig. 8. Acima, o morcego de médio porte *Phyllostomus discolor* visita a flor do embiruçu (*Pseudobombax longiflorum*) na região de Campinas, São Paulo. Esta espécie pousa nas flores durante a visita.

namento floral. As plantas de flores noturnas visitadas por mamíferos não voadores são também visitadas por morcegos. Quantificar a contribuição relativa de morcegos e de mamíferos não voadores em sua polinização é tarefa complexa, dadas as dificuldades práticas que os trabalhos de campo dessa natureza envolvem.

Entre os mamíferos não voadores mais frequentemente observados visitando flores noturnas — e provavelmente polinizando-as — nas regiões neotropicais encontram-se algumas espécies de marsupiais. As três espécies de cuícas do gênero *Caluromys* alimentam-se habitualmente de néctar e já foram registradas como polinizadores potenciais de diversas plantas no Panamá, na Guiana Francesa, na Amazônia brasileira e peruana e no Brasil Central. Outros marsupiais arborícolas ou trepadores, como o gambá ou mucura (*Didelphis*) e a cuíca-de-quatro-olhos (*Phlander*), também visitam flores em busca de néctar.

Primates noturnos do gênero *Aotus*, como o macaco-da-noite, ou procionídeos, como o jupará (*Potus flavus*), são outros exemplos de mamíferos noturnos que visitam flores com características quiropterófilas. Na Costa Rica, quatro gêneros de roedores (*Oryzomys*, *Peromyscus*, *Reithrodontomys* e *Scotinomys*) são conhecidos como visitantes de algumas espécies de arbustos semi-epífitos da família das melastomáceas. Essas plantas têm caracteris-

Outros mamíferos, além dos morcegos, visitam as flores em diversas regiões tropicais. Nas regiões tropicais da Ásia e da África, a polinização por mamíferos não voadores foi registrada há mais de meio século. Somente na década de 1980, no entanto, algumas espécies de marsupiais, roedores e primatas foram documentadas como polinizadores potenciais ou ocasionais de algumas plantas tropicais.

Segundo alguns pesquisadores, determinados atributos florais refletiriam adaptações específicas à ação de mamíferos não voadores como agentes de polinização, mas a existência de tais sistemas co-adaptados entre plantas e esses mamíferos é controversa.

Nas regiões neotropicais, constatou-se que algumas espécies anteriormente consideradas quiropterófilas são também visitadas e possivelmente polinizadas por marsupiais e outros mamíferos não voadores. Essas flores ou inflorescências posicionam-se verticalmente, e são mais fortes que aquelas tipicamente polinizadas por glossofagíneos. Suas câmaras nectaríferas são de fácil acesso e a produção de néctar e pólen é copiosa (figura 9).

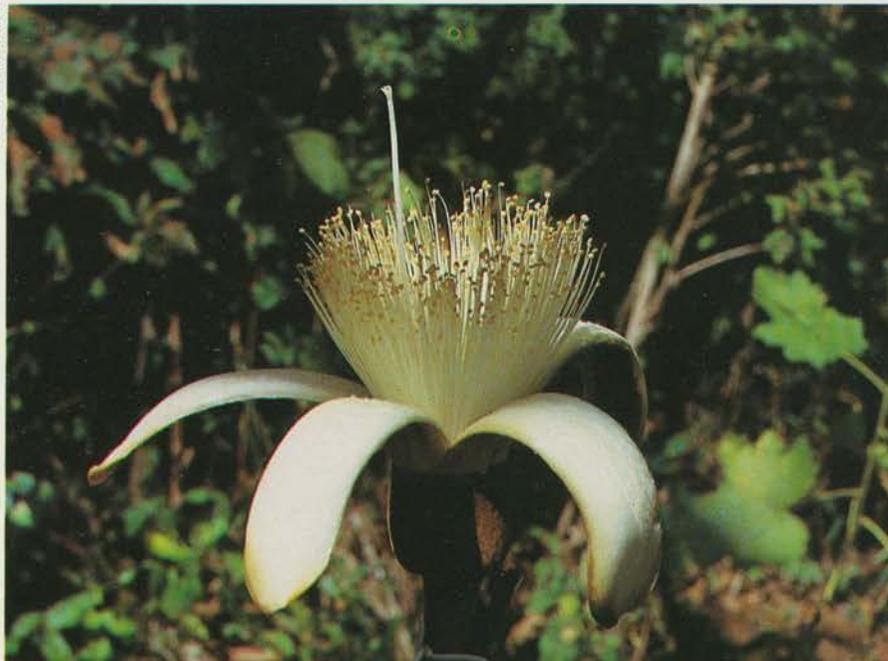
Na maioria dos casos, entretanto, as evidências de que mamíferos não voadores atuem como polinizadores são apenas indiretas. Os registros apenas constataam as visitas, e a polinização é inferida a partir da observação do comportamento do visitante em relação à morfologia e ao funcio-

ticas florais um pouco distintas das que são visitadas por morcegos ou marsupiais em outras áreas neotropicais: ficam escondidas pela folhagem e não produzem odor perceptível pelo olfato humano.

Macacos de hábitos diurnos, como os dos gêneros *Ateles*, *Cebus*, *Brachyteles*, *Saimiri* e *Saquinus*, também foram observados visitando flores. Sua importância para a polinização é, porém, duvidosa, tanto porque as plantas que visitam apresentam adaptações morfológicas à polinização por outros grupos de animais, como porque, na maioria das vezes, esses primatas exibem um comportamento destrutivo com relação às flores.



Fig. 9. À esquerda, flores de embirucu (*Pseudobombax tomentosum*), do Brasil Central. Acima, flores de pau-balsa (*Ochroma pyramidale*), da Amazônia. Ambas são polinizadas por morcegos de grande porte e mamíferos não voadores.



fotos Rogério Gríbel

tes, ao se deslocarem entre flores e plantas em busca de alimento, transportam, aderidos à sua pelagem, grãos de pólen que poderão promover a polinização, o que resulta na produção de frutos e sementes.

Não há, nessas interações, qualquer ação de natureza 'altruística' por parte de animais ou plantas. Para os mamíferos que as visitam, as flores representam recipientes de alimento (néctar). Para as plantas, algumas espécies de mamíferos representam um recurso utilizável como transportador de pólen entre flores. As características das plantas polinizadas por mamíferos devem ser compreendidas como adaptações adquiridas ao longo do tempo evolutivo, através do processo de seleção natural.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- GRIBEL R., Visits of *Caluromys lanatus* (*Didelphidae*) to flowers of *Pseudobombax tomentosum* (Bombacaceae): a probable case of pollination by marsupials in Central Brazil', *Biotropica*, vol. 20, n° 4, 344-347.
- HEITHAUS E. R., 'Coevolution between bats and plants', in *Ecology of bats* (T. H. Kunz, org.) Nova Iorque, Plenum Press, 1982.
- JANSON C. H., TERBORGH J. e EMMONS L. H., 'Non-flying mammals as pollinating agents in the Amazonian Forest', *Reproductive Botany*, supl. *Biotropica*, vol. 13, 1-6, 1981.
- SAZIMA M. e SAZIMA I., 'Quiroterofilia em *Lafloensia pacari* St. Hill (Lythraceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais', *Ciência e Cultura*, vol. 27, n° 4, 405-416, 1975.
- SAZIMA M. e SAZIMA I., 'Bat pollination of the passion flower, *Passiflora mucronata*, in Southeastern Brazil', *Biotropica*, vol. 10, n° 2, 100-109, 1978.
- SAZIMA M. e SAZIMA I., '*Helicteres ovata* (Sterculiaceae) pollinated by bats in Southeastern Brazil', *Botanica Acta* (no prelo).

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

Como mencionamos, alguns autores tentaram diferenciar a síndrome de polinização por morcegos daqueles por mamíferos não voadores. Essa divisão parece, contudo, demasiadamente artificial, uma vez que se funda mais em características taxonômicas dos animais (isto é, aquelas relativas à sua classificação) do que em aspectos de sua ecologia, morfologia ou comportamento.

As pressões seletivas exercidas sobre as estruturas florais por mamíferos não voadores são mais similares àquelas feitas por morcegos de grande porte (que pousam na flor, têm língua menos especializada, são de grande porte e têm ampla superfície de contato), que àquelas exercidas por morcegos glossofagíneos, que são pequenos, têm menor superfície de contato, possuem língua especializada e realizam suas visitas em vôo adejado. Além disso, morcegos de tamanho médio (de 15 a 40 g) e língua menos modificada também visitam flores, por vezes pousando e outras adejando (como

aqueles dos gêneros *Vampyrops*, *Carollia* e *Sturnira*).

Na região neotropical, portanto, o conjunto dos mamíferos capazes de polinizar pode ser considerado um espectro contínuo de espécies, em que os morcegos glossofagíneos estão num extremo e os morcegos de grande porte e mamíferos não voadores no outro. Como o processo de polinização pode apresentar diversos graus de especialização, é possível que algumas plantas usem predominantemente um ou outro desses grupos de mamíferos como polinizadores. É possível também que certas plantas sejam mais indiscriminadas quanto aos mamíferos que admitem para sua polinização.

As interações dos mamíferos com as plantas no processo de polinização podem ser consideradas mutualísticas, ou seja, ambos os organismos são beneficiados pela associação. As plantas alocam energia na produção de estruturas florais e de recompensas alimentares para os mamíferos. Es-

*A 3M cria. Você recria.
Tem sido sempre assim com quase
todos os nossos 680 produtos.
E vai continuar sendo, porque a 3M
pesquisa e desenvolve produtos que
são ao mesmo tempo específicos e
versáteis.*

*O que serviu ontem para uma coisa,
hoje você usa também para outra.*

*E amanhã nós estaremos lançando
uma nova idéia, um novo produto,
e a história recomeça.*

*Esta é a filosofia da 3M. Inovar
constantemente, colocando a
tecnologia a serviço da imaginação.*

*Porque a vida muda todos os dias.
E você também.*

**A 3M está sempre inventando.
E você reinventando.**

Monchão, cocu

Ary T. de Oliveira-Filho

Departamento de Ciências Florestais,
Escola Superior de Agricultura de Lavras

Peter A. Furley

Departamento de Geografia,
Universidade de Edimburgo

Em diferentes regiões do país, curiosos montes de terra dão um aspecto 'encalombado' à paisagem. Essas formações extravagantes têm origem na erosão, na ação do homem pré-histórico ou nos cupins, que chegam a transportar 8,5 t de terra por hectare em um ano.

Em diversas partes do Brasil, principalmente nos domínios do cerrado, curiosos montes de terra arredondados, com diâmetros de 0,5 a 20 m e alturas de 0,2 a 2 m, espalham-se pela paisagem, conferindo-lhe um aspecto 'encalombado'. Frequentemente, essas calotas de terra diferem das superfícies circundantes, tanto em solos como na vegetação e, por vezes, também na fauna que abrigam (ver 'A casa dos *bate-cabeça*', em *Ciência Hoje* n° 21).

É comum encontrar esses montes de terra em áreas brejosas ou alagadiças, onde, com seus solos protegidos dos encharcamentos ou das inundações, constituem verdadeiras ilhas. Muitas vezes são revestidos de uma vegetação lenhosa, típica do cerrado, contrastando com a cobertura graminosa dos campos circundantes. Além disto, em muitas áreas, grandes ninhos de cupim podem ser vistos no topo de cada monte. Para os curiosos, impõe-se a pergunta: como surgem esses morrotes?

Antes de mais nada, é preciso conceituar o fenômeno e descrevê-lo em maior detalhe nas diversas situações em que se apresenta na paisagem brasileira. O termo 'murundu' — ou suas variantes 'murundum', 'morundu' e 'munduru' —, o mais amplamente empregado para designá-lo em todo o Brasil Central, significa montículo ou montão; às vezes é também usado como sinônimo de cupinzeiro. Encontram-se ainda outras designações de uso regional, como 'covoal' ou 'covoá' (serra da Canastra,

MG); 'morrote', 'cocuruto', 'capãozinho' ou 'ilha' (Cuiabá e Pantanal mato-grossense, MT) e 'monchão' (vale do Araguaia, MT/GO).

O tipo de murundu mais freqüente na região do Planalto Central é o que ocorre nos campos brejosos de encosta. Conhecidos em algumas regiões como 'veredas', esses campos, comuns junto às cabeceiras dos rios, se caracterizam por uma vegetação graminosa de que se destaca a elegante palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*). Esse tipo de vegetação ocorre em encostas cujo solo permanece encharcado pelo menos durante a estação chuvosa em decorrência do afloramento do lençol freático e do escoamento superficial da água (ver 'Terra ardendo', em *Ciência Hoje* n° 16). Para a

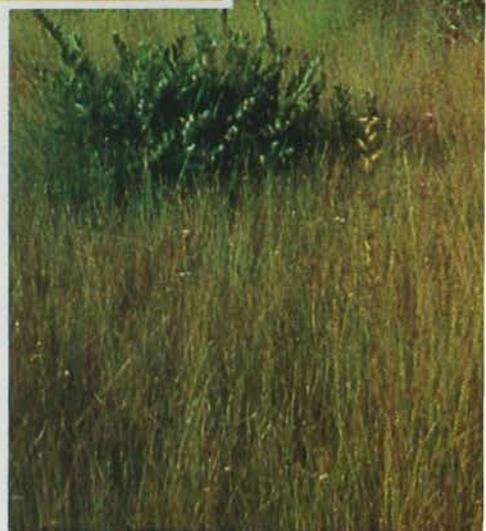
foto de Jélder Marinho Filho



Fig. 1. Murundus de encosta no Parque Nacional de Brasília.

maioria das plantas terrestres, a saturação de água no solo é um fator limitante, pois reduz a disponibilidade do oxigênio necessário à respiração do sistema de raízes. Por esta razão, os campos brejosos apresentam uma flora especial, composta de espécies adaptadas a viver sob excessos hídricos.

Normalmente, o cerrado ocorre em áreas mais elevadas, logo acima dos campos brejosos, porque as espécies que lhe são típicas em geral não toleram a saturação de água no solo, nem mesmo temporária. Mas, como os murundus desses campos são elevações livres do encharcamento, algumas árvores e arbustos típicos do cerrado podem neles crescer (figura 1). Para diver-



ruto, murundu



foto de Ary T. de Oliveira-Filho

dos animais subterrâneos, os murundus representam proteção nos períodos em que há excesso de água no solo do campo e é sobre eles que certas espécies de cupim constroem seus ninhos. Daremos a este tipo o nome de 'murundus de encosta'.

Um segundo tipo de murundu ocorre sobretudo nas planícies de inundação de grandes rios do Brasil Central — como o Araguaia, o Tocantins, o Paraguai e o Cuiabá —, mas também em outras áreas periodicamente alagáveis, como certas lagoas temporárias.

No Pantanal mato-grossense, os murundus surgem principalmente nas áreas de transição para o cerrado, conhecidas como 'alto Pantanal' e, no vale do Araguaia, ocorrem na grande planície de inundação, conhecida localmente como 'varjão'. Este é um terreno aluvial plano, cujo solo, no período das 'cheias' (fim da estação chuvosa e início da seca), é coberto por uma rasa camada de água por causa da lenta drenagem ou da inundação dos rios. Também aqui os murundus representam verdadeiras 'ilhas' que, a salvo dos excessos de água, abrigam uma flora típica do cerrado. Além disso apresentam, com muito mais frequência que no caso anterior, grandes ninhos de cupim no seu topo. Para distingui-lo do anterior, chamaremos este segundo tipo de 'murundus de pantanal' (figura 2).

Estes dois tipos de murundu são os mais comuns no Brasil Central. Mais raramente, encontram-se murundus também em áreas não brejosas, de cerrado, campo sujo ou campo limpo, em encostas suaves sujeitas ao escoamento superficial das águas das chuvas, que não se acumulam no perfil do solo (figura 3).

Fora da região do cerrado, os murundus ocorrem ainda na Amazônia, nas áreas de campos limpos de Rondônia (figura 4) e em áreas de caatinga arbórea, no norte de Minas Gerais (figura 5). Estes últimos são particularmente diferentes dos murundus de encosta ou de pantanal, pois não ocorrem em áreas com excessos hídricos — ao contrário — e têm configuração mais próxima à de um cone que à de uma calota. Poucos destes murundus apresentam colônias ativas de cupins, mas a estrutura e a granulometria de seus solos assemelham-se muito às dos cupinzeiros que surgem no topo de alguns deles. É possível que outros tipos de murundu sejam encontrados e descritos no futuro, mas nos limitaremos aos dois primeiros casos — murundus de encosta e de pantanal —, que são os mais bem estudados até o momento.

Nos últimos 15 anos, algumas teorias têm buscado explicar a origem e o processo de formação dos murundus. Como a mais simples observação desse amplo fenômeno mostra ser impossível atribuí-lo ao homem, duas outras correntes têm predominado. A mais antiga tende a destacar o papel desempenhado por fatores bióticos, especialmente pelos cupins, numa clara analogia com as *termite-savannas* que ocorrem na África (ver 'As savanas de cupins da África'). A outra corrente, em contrapartida, atribui a fatores abióticos — particularmente o processo de erosão pela água — o papel fundamental na formação dos murundus. Cabe observar que estas duas correntes não se excluem necessariamente, diferindo sobretudo na importância conferida aos dois tipos de fator.



fotos de Ary T. de Oliveira-Filho

Fig. 3. Murundus em área de campo limpo na serra da Canastra (MG).



Fig. 2. Murundus de pantanal na região de Paconé (MT).

Muitos pesquisadores associaram a origem dos murundus à atividade dos cupins. Quase sempre, porém, fizeram-no em curtos parágrafos de trabalhos gerais sobre a paisagem ou a vegetação de certa parte do Brasil Central, como o Pantanal mato-grossense, a serra do Roncador ou o noroeste de Minas Gerais.

É a Anthony Mathews, pesquisador britânico da Expedição Xavantina-Cachimbo (1967-69), que devemos a primeira teoria detalhada que vincula a origem dos murundus à atividade dos cupins, a qual foi exposta num dos capítulos de *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil*. A partir da observação do comportamento dos cupins em campos brejosos de encosta de serra do Roncador, Mathews sugeriu que os murundus seriam formados ao longo de um processo cujas etapas envolveriam diferentes espécies desses insetos.

Inicialmente, uma espécie mais tolerante a solos sujeitos ao encharcamento sazonal — *Armitermes cerradoensis* — coloni-



Fig. 4. Vista aérea de campos de murundus em Roraima.

zaria o campo brejoso durante a estação seca, construindo seu pequeno ninho estruturado no tufo grosso de uma erva. Na estação úmida, outra espécie de cupim — *Anoplotermes* sp — buscaria refúgio ao redor do ninho de *Armitermes cerradoensis*, trazendo larvas e solo para essas pequenas áreas. Em seguida, a colônia de *A. cerradoensis* morreria, o cupinzeiro seria desestruturado, e o monte de terra continuaria a ser aumentado nas estações úmidas por *Anoplotermes* sp e por minhocas, podendo também ser colonizado por plantas menos tolerantes aos encharcamentos.

Na etapa seguinte, nos montes de terra maiores e durante as estações secas mais prolongadas, uma terceira espécie de cupim — *Cornitermes snyderi* — poderia se estabelecer. Esta espécie constrói cupinzeiros bem mais volumosos e tolera mal os encharcamentos, necessitando, portanto, de uma plataforma maior e mais seca. A partir daí, os cupinzeiros de *Cornitermes snyderi* seriam sucessivamente atacados e destruídos parcial ou totalmente por tamanduás e tatus e, em seguida, reparados ou reconstruídos pela mesma colônia ou por novas, durante longos períodos, formando montes de terra cada vez maiores ao redor dos cupinzeiros.

Os murundus poderiam então ser ocupados por plantas lenhosas de cerrado, que fornecem abrigo e recursos para os cupins e outros animais. Estes, buscando alimento no campo durante a estação seca e refugiando-se nos murundus nos períodos de alagamento, contribuiriam para o aumento gradual do conteúdo mineral, orgânico e energético dos murundus.

A curiosa distribuição — claramente uniforme — dos murundus no campo refleti-

ria, segundo Mathews, a divisão dos territórios de forrageamento das colônias, que são hostis entre si. Os cupinzeiros de *Cornitermes snyderi* não ocorreriam fora do campo brejoso, nas áreas de cerrado, porque as sucessivas gerações de colônias podem ali surgir e morrer em qualquer parte desse terreno, não acumulando terra em locais particulares. Mathews, entretanto, não considerou em sua teoria a possibilidade de que o movimento de água no solo das encostas pudesse contribuir para evidenciar os montes de terra, por meio da erosão diferencial.

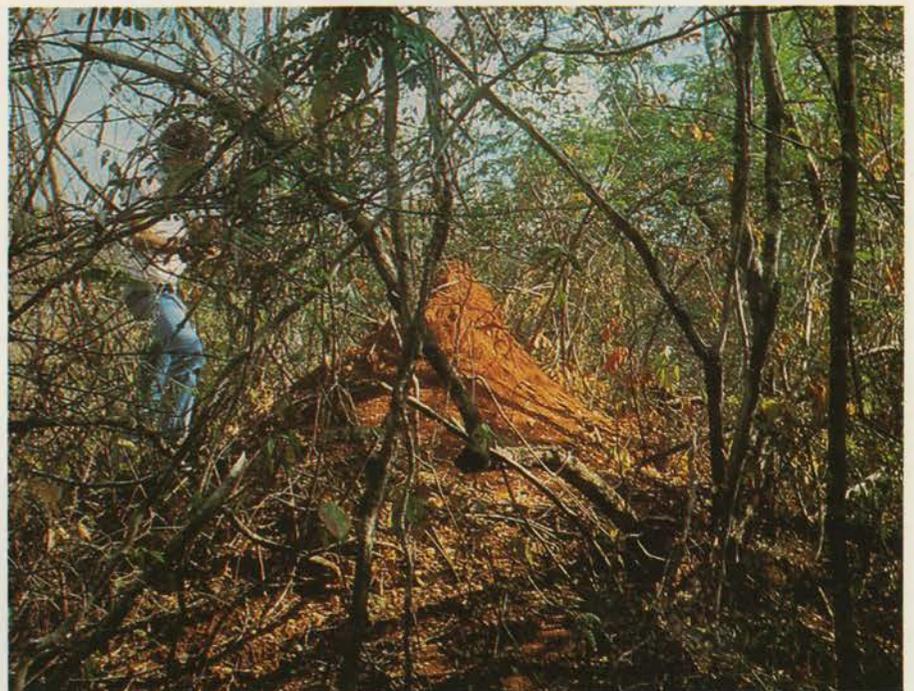


Fig. 5. Murundus em área de caatinga arbórea na região de Montes Claros (MG).

Mais recentemente, estudando um campo de murundus nas proximidades de Cuiabá, um de nós (Oliveira-Filho) encontrou fortes evidências da participação dos cupins na formação dos montes de terra. O campo em questão ocorre numa depressão de fundo plano, periodicamente alagável. Numa área de cerca de 5 ha, contamos 525 murundus, que cobriam cerca de 6,4% da superfície. As elevações que circundam o campo apresentam uma espessa camada superficial de pedras que penetra no campo, aprofundando-se sob o solo. Mais resistentes à erosão, esses pavimentos pedregosos compõem na área um cinturão cujo interior acumula água, formando uma lagoa rasa temporária sobre um leito sedimentar. Se a área deste campo vem sofrendo preenchimento por sedimentação, é razoável supor que os murundus que nela se distribuem foram formados sobre a sua superfície, pois dificilmente poderiam ser remanescentes de um solo primitivo removido pela erosão.

Outra evidência foi fornecida pelo fato de que os solos dos murundus apresentam propriedades químicas e granulométricas muito semelhantes às dos cupinzeiros, com textura mais fina e teor de sais minerais mais elevado que os solos dos campos ou das elevações circundantes. Alterações semelhantes das propriedades de solos trabalhados por cupins ou sob a influência de cupinzeiros têm sido detectadas em várias partes do mundo. Os cupins frequentemente escolhem as partículas mais finas do solo para construir o ninho e, trazendo para ele o material vegetal de que se alimentam, concentram ali os nutrientes minerais.

A erosão e a degradação de sucessivas gerações de cupinzeiros nos mesmos locais do campo, por longos períodos, poderiam explicar a semelhança das características dos montes de terra e dos próprios cupinzeiros. Pode-se contra-argumentar que essas semelhanças existem porque os cupins usariam terra já proveniente de cupinzeiros para construir novos ninhos. Isto não se aplicaria, contudo, aos numerosos murundus bem pequenos que são eles próprios os cupinzeiros (sem monte de terra distinto) e têm as mesmas características dos solos dos murundus maiores. Para construí-los, os cupins têm necessariamente de trabalhar a terra do campo alagável. É importante notar ainda que, com exceção da pedregosidade, os solos das áreas elevadas que circundam o campo — onde há cupinzeiros, mas não murundus — são muito semelhantes aos do próprio campo, e não obstante o solo dos cupinzeiros aí construídos assemelha-se muito aos dos murundus e de seus cupinzeiros.

Entretanto, as mais fortes evidências encontradas pelo mesmo co-autor em favor da

participação dos cupins na formação dos murundus estão na longa e nítida variação gradual de área, forma, agrupamento e vegetação apresentada pelos murundus e seus cupinzeiros. Presume-se que essa variação reflete o processo de formação dos murundus, desde os menores e muito numerosos até os maiores e menos numerosos.

Os murundus menores (20 a 100 cm de diâmetro) são de fato cupinzeiros em si, a maioria sem colônia ativa, invadidos por formigas e minhocas e colonizados por uma planta de cerrado — *Annona pigmaea* —, cujos caules subterrâneos interpenetram o montículo, protegendo-o da erosão (figura 6a). A espécie de cupim encontrada nos ninhos ativos — *Armitermes euamignathus* — é considerada uma das mais generalistas na região do cerrado, já que pode viver em diversos habitats, inclusive os mais úmidos. Sua conhecida (embora ainda não explicada) tendência a construir ninhos com distribuição agrupada reflete-se em conjuntos de pequenos ninho/murundus com forma semicircular ou de crescente (figura 6b).

Nos conjuntos mais numerosos, esses pequenos ninhos começam a se aglutinar, formando montes de terra maiores que podem ser colonizados por plantas lenhosas de cerrado, como a lixeira (*Curatella americana*), uma das mais resistentes aos excessos de água no solo (figura 6c). Essas plataformas podem também ser colonizadas por outras espécies de cupim, do gênero *Cornitermes*, que constroem ninhos bem maiores, mas toleram mal os encharcamentos (figura 6d).

Ataques de mamíferos termitófagos (tamanduás e tatus) e de formigas causariam destruições parciais ou totais dos ninhos, contribuindo, junto com a erosão pela água da chuva, para o aumento progressivo do volume dos murundus. As sucessivas reconstruções dos ninhos pela mesma colônia ou por novas, em muitas gerações, promoveriam a crescente acumulação de terra.

Cupinzeiros em diversos estágios de degradação e com muitos sinais de ataques de termitófagos puderam ser observados na superfície de vários murundus (figura 6e). Com o aumento de sua área, a vegetação dos murundus torna-se cada vez mais densa

As savanas de cupim da África

Muitas espécies de animais cavadores são capazes de erguer consideráveis montes de terra. Entre elas estão as toupeiras, os texugos, os tatus, os coelhos, vários roedores, cupins, formigas, minhocas e até caranguejos terrestres. Mas os cupins são os *hors concours*. Estimativas da quantidade de terra que trazem à superfície e é depois redistribuída sobre o solo pela erosão de seus ninhos variam de uma camada de 30 cm de profundidade em 12 mil anos (cerca de 1,2 tonelada por hectare em um ano) a 10 cm em 250 anos (cerca de 19,8 toneladas por hectare/ano). No Distrito Federal, Ione Egler, da Secretaria Especial do Meio Ambiente, registrou aumentos anuais da ordem de 40 a 70% no volume dos cupinzeiros de *Procornitermes araujoi*, o que exigiria dos animais o transporte de cerca de 8,5 toneladas de terra por hectare.

A formação de grandes montes de terra em decorrência da atividade localizada de cupins durante longos períodos é bem conhecida na África, onde há extensas paisagens cheias de morrotes em que cresce uma vegetação peculiar. Os pesquisadores chamam essa formação de *termit-savannas* (savanas de cupim), e consideram-na uma paisagem fóssil cuja origem se vincula ao trabalho contínuo e persistente de inúmeras gerações de colônias de cupins. Os montes de terra têm forma de domo e podem atingir 10 m de altura e

30 m de diâmetro, apresentando por vezes no seu cume uma colônia de cupins dos gêneros *Macrotermes* e *Odontotermes*. Esses cupins são criadores de fungos, como as saúvas brasileiras, e constroem ninhos de forma colunar.

As teorias apresentadas para explicar a formação das savanas de cupim envolvem basicamente a acumulação de um monte de terra ao redor dos ninhos em decorrência da erosão provocada pela água da chuva na coluna do cupinzeiro e da destruição promovida por mamíferos termitófagos, como o porco-formigueiro (*Oricteropus afer*) e o pangolim-do-cabo (*Manis temincki*). As plantas que colonizam o pedimento protegem-no da erosão. Por outro lado, muitos animais contribuem para a destruição dos montes de terra. Os elefantes cavam-nos com as presas para comer sua terra rica em sais minerais; os carnívoros usam-nos como ponto de observação e os búfalos e antílopes neles se reúnem para defecar, pisoteando e destruindo a proteção vegetal. O homem também os destrói com as práticas da derrubada e dos incêndios.

Há diferenças e semelhanças entre as savanas de cupim da África e os murundus do Brasil. Nos dois casos, os microrrelevos têm forma convexa, ocorrem em ambientes savânicos, apresentam solos e vegetação diferentes dos das superfícies circundantes e podem ostentar, por vezes,

cupinzeiros em seu cume. Tanto na África como na América do Sul, as formigas são grandes predadoras de cupins e invasoras de ninhos. Os mamíferos termitófagos africanos — o porco-formigueiro e o pangolim — têm equivalentes ecológicos neotropicais no tamanduá e no tatu.

Os cupins certamente desempenham um papel chave no ecossistema, tanto nas savanas africanas como no cerrado brasileiro. Há, porém, diferenças, e as principais são a inexistência de cupins criadores de fungos na América do Sul e a forma dos montes de terra e dos cupinzeiros, que são bem menores e mais achatados no nosso caso. Enquanto na África os montes ocorrem tanto nas savanas úmidas como nas secas, aqui eles são mais comuns em campos úmidos, sujeitos a encharcamentos ou inundações.

Finalmente, é importante ressaltar que, na África, vários montes de terra antes atribuídos a cupins têm sido recentemente vinculados à atividade de roedores ou mesmo a processos nada biológicos, como a formação do relevo tipo *gilgai* (isto é, com pequenas elevações de terra que resultam de expansões e contrações sucessivas de solos ricos em montemorilonita, uma argila com alta capacidade de incorporação de água). Em ambos os continentes, os processos de formação de microrrelevos parecem ser bem mais diversificados e complexos do que se supunha.

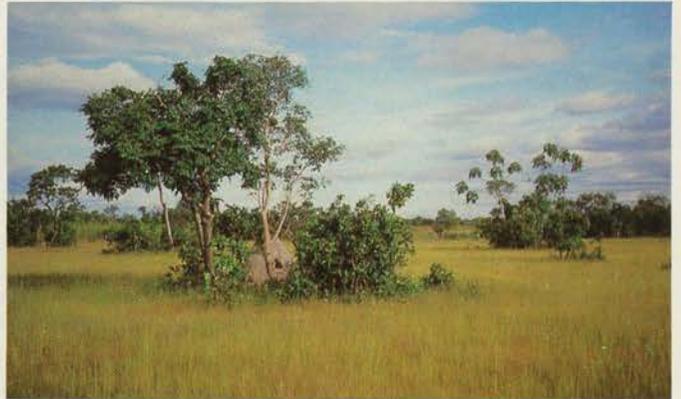


Fig. 6. A seqüência de imagens indica a variação gradual da área, forma, vegetação e agrupamento dos murundus estudados na região de Cuiabá (MT).

e variada (figura 6f) e as raízes das árvores contribuem para o maior volume do monte, que pode atingir até 22 m de diâmetro e um metro de altura.

Entre os murundus grandes, o padrão de distribuição já não é agrupado, como nos menores, mas curiosamente regular, provavelmente refletindo os territórios de forrageamento das colônias de *Cornitermes* spp. A figura 7 ilustra estas etapas hipotéticas do processo de formação desses murundus, em muito coincidentes com as propostas por Mathews em sua teoria.

Os trabalhos que dão maior ênfase aos fatores abióticos na formação dos murundus são mais recentes e baseiam-se em estudos conduzidos no Planalto Central, principalmente com murundus de campos brejosos de encosta. A idéia geral é que os

montes de terra seriam remanescentes de uma superfície primitiva antes dissecada por erosão diferencial em encostas coluviais. Em 1980, Margarida Maria Penteado-Orellana sugeriu que um paleossolo teria sido seccionado na parte mais baixa das encostas a partir do último período úmido (há 2.500 anos) e que os murundus seriam relictos desse paleorrelevo que permaneceriam nos sítios onde se estabeleceram cupinzeiros. Embora atribua à erosão pela água o trabalho fundamental, a autora considera os cupins importantes, pelo menos no início do processo.

Em trabalhos mais recentes, pesquisadores vinculados à Universidade de Brasília, como Mário Diniz de Araújo Neto e Peter Furley (co-autor deste artigo), propuseram uma teoria segundo a qual os murundus te-

riam sido criados por processos de erosão seletiva de que os cupins teriam participado, sem no entanto serem os responsáveis pela acumulação do maior volume de terra.

Dessa perspectiva, o escoamento superficial da água pelas encostas teria cavado canais, acentuando ligeiras diferenças na superfície original, que era recoberta por cerrado durante o último período seco (há cerca de dez mil anos). Desde então, o clima geral, cada vez mais úmido, teria favorecido o avanço dos campos brejosos encosta acima, provocando a retração dos cerrados. O afloramento da água do lençol freático teria ocorrido em níveis cada vez mais altos nas encostas, promovendo o avanço do processo de remoção erosiva, que teria destacado novos murundus nas margens do campo, em sua área de conta-

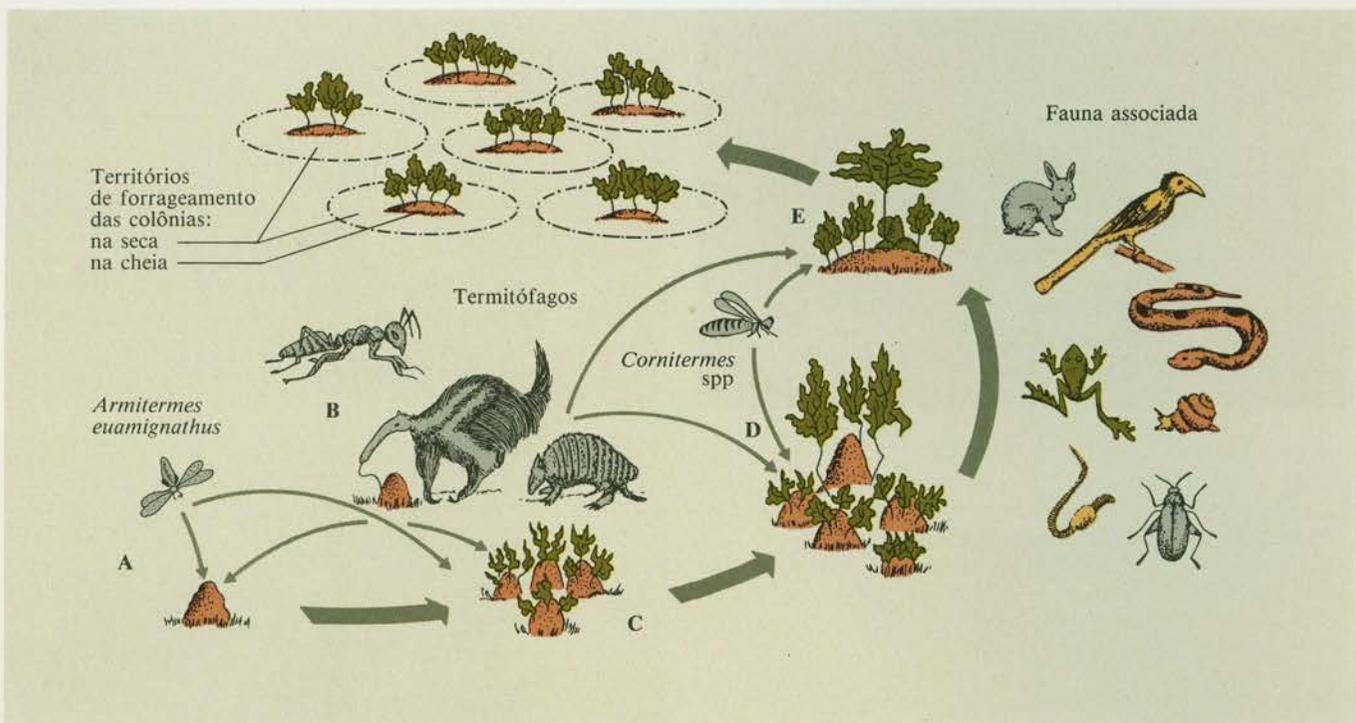


Fig. 7. Etapas hipotéticas do processo de formação dos murundus de pantanal.

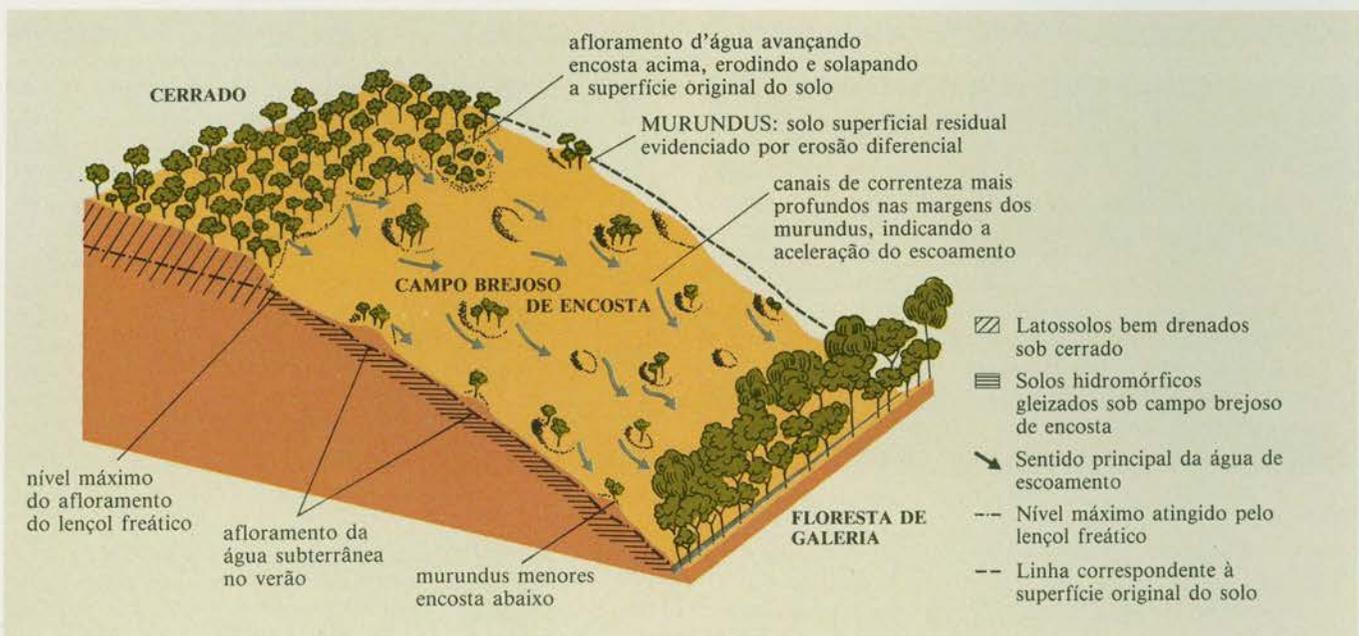


Fig. 8. Representação esquemática do processo hipotético de formação dos murundus de encosta.

to com o cerrado (figura 8). Nessa concepção, os murundus seriam relictos não só do relevo e do solo primitivos, mas também da distribuição primitiva do cerrado.

Num estudo detalhado de quatro áreas de um hectare de um campo de murundus na fazenda Água Limpa (DF), os pesquisadores encontraram de 26 a 61 montes por hectare, cobrindo de 10 a 50% da superfície da área, com uma distribuição bem regular, formas elípticas, diâmetros ortogonais médios de 7 por 5,5m, e trincheiras cavadas no solo do campo de murundus mos-

traram que, por vezes, a atividade dos cupins que tinham seus ninhos em murundus de até 2 m só se aprofundava até 75 cm. Além disso, muitos murundus não apresentavam colônias de cupins, e trincheiras cavadas em vários deles não revelavam traços visuais de galerias. Nestes casos, a análise dos solos também não indicou sinais físicos ou químicos de atividade anterior de cupins. Estes fatos, embora não eliminem totalmente a possibilidade de que a ação dos cupins tenha contribuído para a formação dos montes em algum período no

passado remoto, sugerem, juntamente com as evidências geomorfológicas e hidrológicas, que esses murundus são, na atualidade, mais freqüentemente ocupados que formados por animais.

Nem todos os murundus estudados pelos pesquisadores da Universidade de Brasília se localizavam na parte baixa de encostas brejosas. Outro grupo, característico do alto das vertentes ou de encostas inclinadas, não pôde ser relacionado com a água subterrânea, pois o lençol freático ficava sempre abaixo dos 10 m de profun-

didade. Também não se encontraram evidências da atividade de cupins. Havia, no entanto, claros sinais da formação de canais pelo escoamento superficial da água, a reforçar a hipótese de que a erosão diferencial seria um processo dominante na formação desses murundus.

Esse mesmo processo pode ser invocado para explicar a formação de montes de terra em áreas de pantanal. O regime de sedimentação/erosão nas grandes áreas alagáveis pode ser influenciado por diferenças locais de velocidade no fluxo das águas, que teriam evidenciado microrrelevos nas planícies. Pelo menos os grandes montes de terra do Pantanal mato-grossense, conhecidos como 'capões' e 'cordilheiras' (figura 9), têm certamente nas correntezas as principais responsáveis por sua formação.

Por outro lado, é evidente que os 'murundus de pantanal', bem menores que os capões e cordilheiras, resultam sobretudo da atividade de cupins, embora também as águas de inundação possam ter algum papel na sua evidencição.

Apesar das inúmeras similaridades apresentadas pelos diferentes tipos de murundu, as pesquisas têm demonstrado que vários processos, atuando isoladamente ou em conjunto, podem ter conduzido à sua formação. Como agentes principais desses processos figurariam a força modeladora da água e a atividade de cupins.

Um tipo de murundu em cuja formação os dois agentes podem ter agido conjuntamente é o que ocorre em certas encostas pedregosas da região de Cuiabá. Nessas áreas, como há poucos sedimentos finos entre as pedras, a vegetação lenhosa só se desenvolve onde os cupins acumulam terra, formando agregados de cupinzeiros, sedimentos e arbustos. Como as plantas e a elevação

PROCESSO PREDOMINANTE NA FORMAÇÃO DOS MURUNDUS

TIPOS DE MURUNDUS E REGIÃO ESTUDADA

1. PROCESSOS BIÓTICOS

- a. Afloramento da água subterrânea e escoamento superficial predominantes
- b. Somente escoamento superficial como processo predominante
- c. Correntezas das águas de inundação como processo predominante

Murundus de campos brejosos de cabeceiras e das encostas e fundo dos vales. Planalto Central (GO e DF).

Murundus de cerrados e campos do alto dos interflúvios e das encostas inclinadas. Planalto Central (MG, GO e DF).

Capões e cordilheiras do baixo Pantanal mato-grossense (MT/MS).

2. PROCESSOS ABIÓTICOS

- a. Atividade de cupins predominante

Murundus de campos inundáveis e lagoas temporárias em bacias sedimentares. Cuiabá, Pantanal mato-grossense e Varjão do Araguaia (MT).

Murundus de áreas de caatinga arbórea. Montes Claros (MG). Podem ocorrer também onde o tipo 1 é o mais comum.

3. PROCESSOS MISTOS

- a. Atuação conjunta dos cupins e da água subterrânea e de escoamento

Campos sujos e campos cerrados de encostas pedregosas. Cuiabá.

Fig. 10. Classificação dos murundus, segundo os diferentes processos e agentes de formação.

protegem esses agregados da erosão pela água aflorada e de escoamento, os montes de terra ficam cada vez mais evidenciados na superfície das encostas.

Uma classificação dos murundus segundo os diferentes processos e agentes de formação é proposta na figura 10. Em síntese, a água certamente afeta a modelagem da superfície dos murundus em toda parte. Em muitos casos, porém, a atividade dos cupins é o processo principal na construção dos montes de terra, ao passo que, em outros, estes são essencialmente um re-

sultado de processos geomorfológicos, com menor participação de fatores biológicos.

Devemos reconhecer, no entanto, que a origem dos murundus é ainda matéria para futuras controvérsias, pois poucas áreas foram detalhadamente estudadas e, mesmo nelas, há ainda grande carência de dados, especialmente no tocante aos próprios cupins. Desta forma, são muitas as perspectivas de investigação que se abrem a quantos se interessem por este intrigante tema.



SUGESTÕES PARA LEITURA

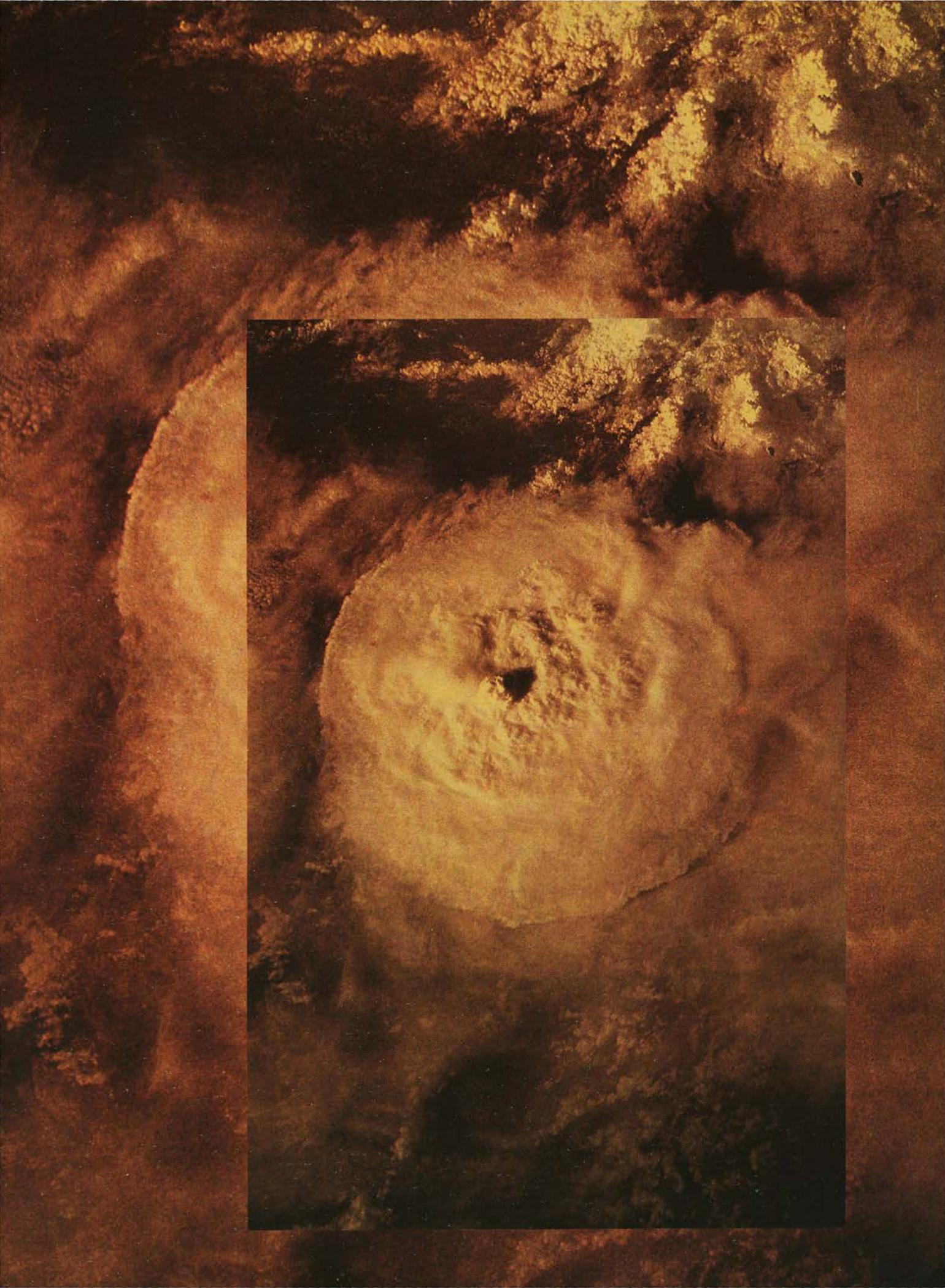
- DINIZ DE ARAÚJO NETO M., FURLEY P. A. e JOHNSON C. E., 'The murundus of the cerrado region of Central Brazil', *Journal of Tropical Ecology*, vol. 2, pp. 17-35, 1986.
- FURLEY P. A., 'Classification and distribution of murundus in the cerrado of Central Brazil', *Journal of Biogeography*, vol. 13, pp. 265-268, 1986.
- MATHEWS A. G. A., *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 1977.
- OLIVEIRA-FILHO A. T., *A vegetação de um campo de monchões — microrrelevos associados a cupins — na região de Cuiabá (MT)*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 1988.
- PENTEADO-ORELLANA M. M., 'Microrrelevos associados a térmitas no cerrado', *Notícias Geomorfológicas*, vol. 20, pp. 61-71, 1980.
- PULLAN R. A., 'Termite hills in Africa: their characteristics and evolution', *Catena*, vol. 6, pp. 267-291, 1979.

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

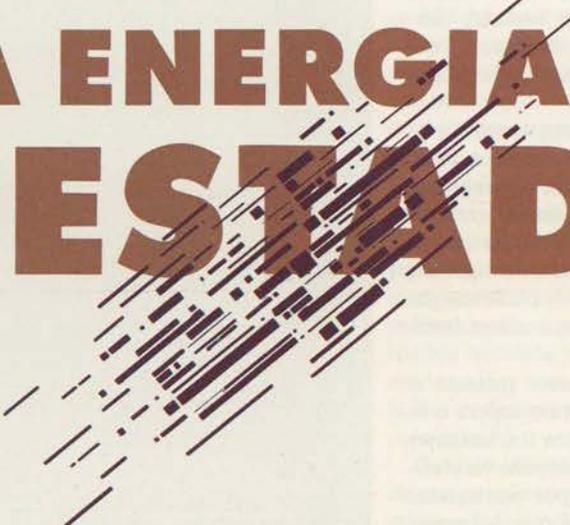
foto de Ary T. de Oliveira-Filho



Fig. 9. Vista de um 'capão', microrrelevo de grandes dimensões característico das áreas mais baixas do Pantanal mato-grossense (Poconé, MT).



A ENERGIA DAS TEMPESTADES



O BRILHO SÚBITO DOS RELÂMPAGOS, CORTANDO O CÉU ANTES OU DURANTE AS TEMPESTADES, É UM DOS MAIS ESPETACULARES FENÔMENOS DA NATUREZA. O FASCÍNIO DO FENÔMENO, PORÉM, NÃO IMPEDE QUE AS NUVENS DE TEMPESTADE, RESPONSÁVEIS PELAS DESCARGAS ELÉTRICAS, SEJAM OBSERVADAS COM GRANDE INTERESSE CIENTÍFICO, NO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES. A PARTICIPAÇÃO DESTAS NUVENS NOS COMPLEXOS PROCESSOS DE ELETRIFICAÇÃO ATMOSFÉRICA AINDA PRECISA SER MAIS BEM ESCLARECIDA, MAS TORNA-SE CADA VEZ MAIS EVIDENTE QUE ELAS DESEMPENHAM UM PAPEL FUNDAMENTAL, INFLUENCIANDO A VIDA DE TODO O PLANETA TERRA.

As nuvens de tempestade, tão comuns em nossa vida, surpreendem a comunidade científica a cada dia com uma nova faceta. Estudadas principalmente do ponto de vista meteorológico, estas manifestações da natureza, aparentemente simples mas na realidade extremamente complexas, surgem como responsáveis por vários processos que ocorrem na atmosfera superior.

Pesquisas recentes, no Brasil e no mundo, trouxeram evidências de que as nuvens de tempestade influenciam desde a concentração de ozônio e poluentes, a algumas dezenas de quilômetros de altura, até o movimento de partículas carregadas, a milhares de quilômetros da superfície.

Sob a ótica da física, as nuvens de tempestade são definidas como nuvens convectivas eletrificadas, isto é, que apresentam processos internos de transporte de massa e calor, além de cargas elétricas. Têm extensão vertical de alguns quilômetros, com a base geralmente situada entre um e dois quilômetros acima do solo e o topo alcançando até 20 quilômetros. Denominadas Cumulonimbus pela meteorologia, são formadas normalmente pela confluência de várias Cumulus, nuvens brancas de topo arredondado. Do número total de Cumulus, somente uma pequena parte converge e continua seu desenvolvimento até a formação de Cumulonimbus (figura 1).



Fig. 1. Topo de uma nuvem de tempestade de cem quilômetros de diâmetro, fotografada pela nave espacial Apolo 9, em 1969.

O ciclo de vida de uma nuvem de tempestade divide-se em três estágios, dependendo da direção do movimento vertical interno predominante (ver 'A rápida evolução até a tempestade'). Algumas nuvens convectivas formadas pela combinação de nuvens Cumulus, como a denominada Cumulus congestus, em formato de couve-flor (figura 3), podem produzir bastante chuva, mas não apresentam relâmpagos. Densas, essas nuvens geralmente evoluem para Cumulonimbus.

Maiores e muito mais altas, as nuvens de tempestade têm diversas formas. A mais comum entre elas é a de uma bigorna, que surge por influência dos ventos (figura 4). Além de precipitações mais fortes que as provocadas pelo tipo Cumulus congestus, elas apresentam relâmpagos, ou descargas elétricas, um dos mais espetaculares fenômenos da natureza.

Os relâmpagos acontecem quando o campo elétrico de uma nuvem supera o limite da capacidade dielétrica (ou isolante) do ar atmosférico, que geralmente varia entre dez mil e 30 mil volts por centímetro, dependendo das condições locais. Na maioria dos casos, as descargas compreendem basicamente uma corrente negativa liberada rumo ao solo, de algumas centenas de amperes (chamada *stepped leader*), e uma corrente positiva para cima, de alguns milhares de amperes (*return stroke*). O *return stroke* é provocado pelo intenso campo elétrico formado no trajeto de propagação do *stepped leader*, quando este se aproxima a algumas dezenas de metros do solo. Os raios que os olhos humanos enxergam apresentam na verdade apenas a luminosidade do *return stroke*.

Para se ter uma idéia da intensidade destas correntes, basta compará-las à corrente que acende uma lâmpada comum, em torno de um ampere. Também podem ocorrer *leaders* positivos movendo-se para cima, seguidos por *strokes* negativos movendo-se para baixo, em geral relacionados à presença de altas torres de transmissão de energia elétrica, mas são bem menos comuns.

O tempo de duração de um relâmpago é de aproximadamente meio segundo. Durante este tempo são transferidos aproximadamente 10^{20} elétrons entre a base da nuvem e o solo, equivalentes a uma potência de cerca de cem milhões de lâmpadas comuns, em um processo de transformação de energia eletrostática acumulada em energia eletromagnética, energia acústica e calor. Uma Cumulonimbus típica produz de um a três relâmpagos por minuto, o que permite imaginar a quantidade de energia liberada por um conjunto de nuvens durante uma grande tempestade. Com o súbito aquecimento, ao longo da descarga elétrica, o ar sofre uma expansão violenta, crian-

A RÁPIDA EVOLUÇÃO ATÉ A TEMPESTADE

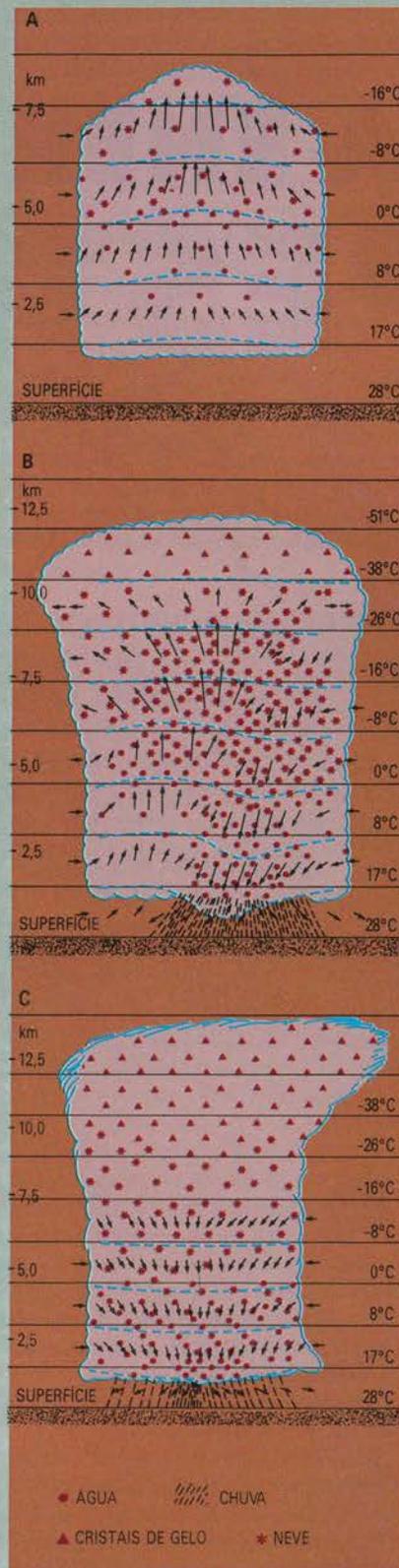


Fig. 2. Estágios de uma nuvem de tempestade: (a) desenvolvimento; (b) maduro; (c) dissipativo.

As nuvens de tempestade têm um ciclo de vida curto, com duração aproximada de uma a duas horas e dividido em três estágios, identificados pelo comportamento das correntes de ar em seu interior. O primeiro, denominado estágio de desenvolvimento (figura 2a), é caracterizado por movimentos de ar ascendentes, que arrastam gotas de água e de gelo, e pode durar dezenas de minutos. A temperatura dentro da nuvem é maior do que na vizinhança, em todos os níveis. Durante este estágio, a nuvem pode atingir até dez quilômetros de diâmetro, com a base situando-se a aproximadamente 1,5 km e o topo a oito quilômetros do solo.

No estágio maduro (figura 2b), a porção mais baixa da nuvem apresenta tanto correntes de ar ascendentes como descendentes. Após o arrasto para cima do primeiro estágio, mais e mais vapor se condensa e gotas e cristais de gelo tornam-se mais numerosos e maiores. Quando o tamanho das gotas e, conseqüentemente, sua massa aumentam a tal ponto que não podem mais continuar a trajetória ascendente, começam a cair. A chuva na base da nuvem ocorre na transição entre os dois primeiros estágios, aumentando e chegando a ser máxima no estágio maduro, e a maior ocorrência de relâmpagos está associada ao período de máximas chuvas. O movimento descendente, que no início desse estágio se verifica apenas na porção inferior da nuvem, aumenta gradativamente sua extensão, vertical e horizontal. A temperatura é menor que a da vizinhança, onde o movimento interno é descendente, e maior onde é ascendente. Durante o estágio, que dura em torno de 30 minutos, a altura do topo da nuvem varia entre dez e 20 km.

Finalmente, no estágio dissipativo (figura 2c), a nuvem apresenta quase exclusivamente movimentos de ar descendentes. A área de máxima temperatura associada aos movimentos ascendentes, ainda presente no início do estágio, não persiste. A expansão dos rápidos movimentos descendentes provoca um esfriamento da nuvem, até que a temperatura interna se torna inferior à da vizinhança. Quando estes movimentos e a chuva cessam, a nuvem volta a apresentar a mesma temperatura da vizinhança e então é completamente dissipada. Este estágio dura aproximadamente 30 minutos.

Fig. 3. Nuvens do tipo Cumulus congestus.

do assim as fortes ondas sonoras popularmente conhecidas como trovões.

Ocorrem cerca de dez vezes mais relâmpagos sobre os continentes do que sobre os oceanos, porque o aquecimento solar é mais rápido na terra que na água. Isso acontece porque a capacidade calorífica da terra, isto é, a quantidade de calor necessária para aumentar de um grau a sua temperatura, é menor que a da água. A formação de tempestades é maior quando o aquecimento solar e os movimentos internos (convectivos) da nuvem são máximos. Em função dessas condições, a maior ocorrência de tempestades se dá no período da tarde e em regiões tropicais e subtropicais. No equador ocorrem cerca de dez vezes mais relâmpagos do que em regiões de médias latitudes.

Os relâmpagos mais comumente vistos são os que ocorrem entre as nuvens de tempestade e a terra ou a água (figura 5). Os mais freqüentes, porém, são os do tipo intranuvens, que acontecem dentro das nuvens e não são vistos devido à opacidade destas. Existem ainda outros tipos. Muitos se propagam de uma nuvem para outra (internuvens), alguns saem das nuvens e não alcançam nem a superfície da Terra nem outra nuvem (descargas no ar) e outros, mais raros, ocorrem entre as nuvens e a ionosfera.

Os relâmpagos mais comumente vistos são os que ocorrem entre as nuvens de tempestade e a terra ou a água (figura 5). Os mais freqüentes, porém, são os do tipo intranuvens, que acontecem dentro das nuvens e não são vistos devido à opacidade destas. Existem ainda outros tipos. Muitos se propagam de uma nuvem para outra (internuvens), alguns saem das nuvens e não alcançam nem a superfície da Terra nem outra nuvem (descargas no ar) e outros, mais raros, ocorrem entre as nuvens e a ionosfera.



fotos cedidas pelos autores

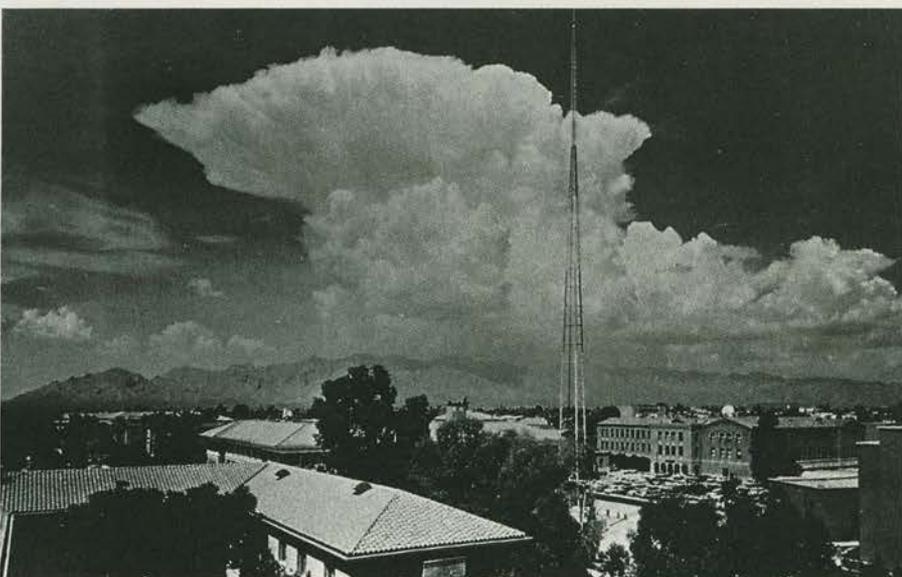


Fig. 4. Cumulonimbus, ou nuvens de tempestade.

A estrutura elétrica das nuvens convectivas está relacionada com as propriedades dinâmicas e termodinâmicas internas, mostrando grande complexidade. Embora seja conhecido que a eletrificação das nuvens é causada pelo acúmulo de partículas de água e gelo eletricamente carregadas em determinadas áreas internas, não existe concordância, no meio científico, em relação ao processo ou processos responsáveis pela eletrificação dessas partículas.

Alguns autores acreditam que a separação de cargas dentro das nuvens está relacionada à sua estrutura dinâmica, sendo provocada pelas correntes convectivas. Outros argumentam que está vinculada a processos conhecidos como teorias de separação gravitacional. Estas teorias supõem que processos microfísicos separam as cargas, deixando as negativas aprisionadas a par-

Fig. 5. Exemplos típicos de relâmpagos entre nuvens de tempestade e a superfície.

tículas maiores (gotas de água e gelo) e as positivas a partículas menores (cristais de gelo). Aparentemente, tanto os processos convectivos como a precipitação de partículas carregadas associada às teorias gravitacionais são importantes no processo de eletrificação. Acredita-se que as partículas mais pesadas, carregadas negativamente, caem por processos gravitacionais, enquanto as partículas mais leves, carregadas positivamente, são transportadas para as áreas superiores das nuvens de tempestade por processos convectivos.

Outros processos, de pequena escala, têm sido sugeridos para explicar a eletrificação das partículas nas nuvens. Supõe-se, por exemplo, que as interações por colisão entre partículas de diferentes tamanhos são responsáveis pelo início da formação dos centros de carga. Estas partículas parecem

ser gotas e cristais de gelo. Outra possibilidade está no processo indutivo, que ocorre quando o campo elétrico ambiente provoca a separação de cargas. Experimentos de laboratório, porém, mostram que o processo indutivo só se torna importante quando estão presentes fortes campos elétricos, da ordem de dez mil volts por metro ou mais. Campos dessa magnitude, entretanto, tendem a ocorrer somente nos estágios mais avançados de eletrificação das nuvens. Apesar das muitas hipóteses existentes, o pro-

altura variando de poucos quilômetros até quase 20 quilômetros, neste caso em regiões tropicais, as mais quentes.

A carga contida em ambos os centros varia entre alguns coulombs e dezenas de coulombs, e evidências recentes parecem mostrar que a carga do centro negativo é em geral maior que a do positivo. A diferença pode ser explicada com base na continuidade da corrente de convecção dentro da nuvem. Visto que a condutividade aumenta com a altura, tanto dentro como fora da

nuvem, e portanto é diferente nos dois centros, os valores de carga de cada um também serão diferentes, considerando-se a continuidade da corrente.

Além dos centros de carga, as nuvens podem apresentar camadas de blindagem elétrica, uma negativa no topo e uma positiva na base. Ambas decorrem da captura, pelas gotículas e cristais existentes no contorno da nuvem, de íons atmosféricos atraídos pelos centros de carga. As blindagens também podem ser formadas pela carga de polarização que existe no limite entre dois meios com condutividades diferentes. Pode ser encontrado ainda um pequeno centro de carga positivo próximo à base da nuvem, mas sua exata origem permanece desconhecida.

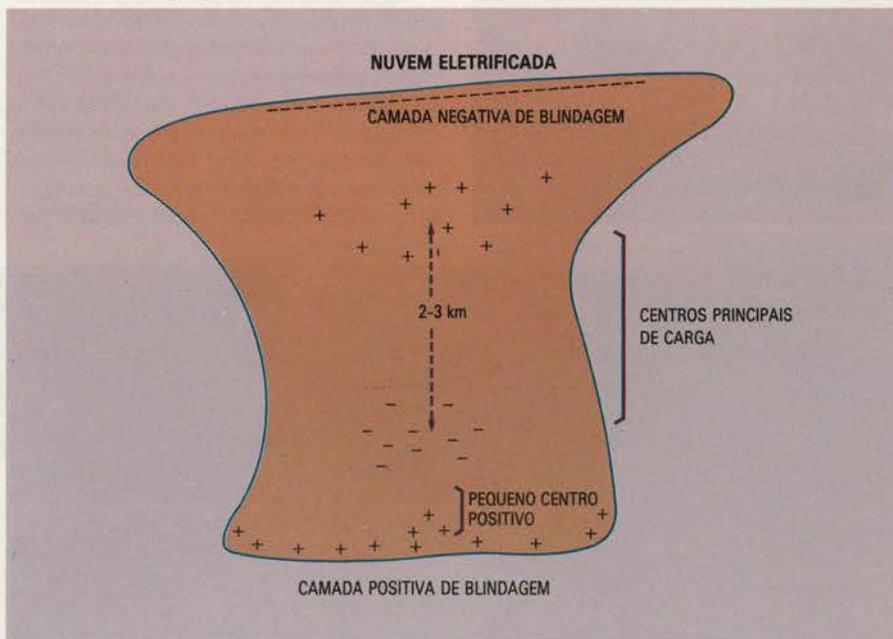


Fig. 6. Estrutura elétrica de uma nuvem de tempestade.

cesso físico fundamental responsável por essa eletrificação permanece desconhecido.

Observações científicas indicam que as nuvens eletrificadas, embora apresentem uma complexa estrutura de cargas, podem geralmente ser representadas por um dipolo elétrico — um par de cargas, sendo uma positiva e uma negativa. A estrutura mais comum de uma nuvem de tempestade (figura 6) mostra um centro de carga negativo situado na porção mais baixa acima do nível de fusão (onde a água se transforma em neve ou gelo, passando ao estado sólido) e um centro positivo alguns quilômetros acima, e em geral cerca de um quilômetro abaixo do topo da nuvem. O centro negativo normalmente está ligado a temperaturas em torno de -10°C e a temperatura na área do centro positivo depende do desenvolvimento vertical da nuvem.

As alturas dos centros, em relação ao solo, aumentam à medida que a latitude diminui: as nuvens são tanto mais altas (e com centros de carga mais altos) quanto mais próximas do equador. No verão, quando o aquecimento solar é maior, podem ser encontrados centros positivos com

estudo da influência das nuvens de tempestade sobre a dinâmica da baixa troposfera começou há muitas décadas, como parte da meteorologia. Recentemente, entretanto, ficou evidente a atuação destas nuvens em processos ocorridos em regiões atmosféricas situadas acima da troposfera (ver 'As muitas divisões da atmosfera'). Desde então, o estudo global da interação Sol-Terra vem apontando as formas pelas quais as nuvens influem na química e na física da alta atmosfera.

As cargas produzidas no interior das mil a duas mil nuvens de tempestade existentes em qualquer instante, no globo terrestre, geram uma corrente elétrica que flui

AS MUITAS DIVISÕES DA ATMOSFERA

A camada gasosa que envolve a Terra, composta de nitrogênio, oxigênio, gás carbônico, vapor d'água e outros gases e impurezas, tem cerca de mil quilômetros de altura e pode ser dividida de várias formas, de acordo com o aspecto examinado (figura 7). Considerando-se a temperatura, as divisões principais são a *troposfera*, na qual a temperatura decresce à medida que aumenta a altura; a *estratosfera*, em que a temperatura aumenta com a altura; a *mesosfera*, cuja temperatura decresce com a altura; e a *termosfera*, caracterizada por altas temperaturas. A estratosfera e a mesosfera constituem a média atmosfera. O limite da mesosfera é a *mesopausa*, que se localiza entre 85-90 quilômetros de altitude e onde a temperatura é a mais baixa de toda a atmosfera (cerca de 180°K , ou 93°C). Na termosfera, a absorção da radiação ultravioleta do Sol é responsável pelas temperaturas elevadas. Considerando-se o aspecto químico, existem a *ho-*

mosfera, em que a composição do ar é constante, a *heterosfera*, onde os gases se distribuem quase independentemente uns dos outros, e a *exosfera*, acima de 500 quilômetros, onde predominam os gases leves (hélio, hidrogênio, nitrogênio). Do ponto de vista elétrico é importante definir ainda a *ionosfera* e a *magnetosfera*. A ionosfera é a região em que, em função da radiação solar, existem elétrons e íons em quantidades suficientes para afetar a propagação das ondas de rádio. Os símbolos D, E e F distinguem as várias partes dessa camada. A região D estende-se de 50 a 90 quilômetros, aproximadamente, enquanto a região E vai de 90 a 110 quilômetros e a região F daí em diante. Nas regiões E e F encontra-se a *região do dínamo*, caracterizada por intensas correntes elétricas. A magnetosfera, após a região do dínamo, é a camada atmosférica em que o campo magnético da Terra controla a dinâmica das partículas carregadas.

entre a superfície do planeta e a ionosfera, constituindo um circuito conhecido como circuito elétrico atmosférico global. Uma nuvem de tempestade típica gera uma corrente elétrica contínua da ordem de um amperre, em direção à ionosfera, e esta corrente retorna e dissipa-se através das regiões de tempo bom (figura 8). O circuito mantém, entre a ionosfera e a superfície, uma diferença de potencial da ordem de 300 mil volts, que se dissiparia em poucos minutos, com conseqüências imprevisíveis para o planeta como um todo, caso as nuvens não funcionassem como geradoras de corrente (desempenhando papel similar ao de uma bateria). Basta lembrar que experimentos de laboratório têm mostrado que os relâmpagos, e portanto as nuvens de tempestade, podem ter exercido um papel preponderante no surgimento da vida, em um passado remoto. Para manter essa diferença de potencial, uma carga negativa de cerca de um milhão de coulombs é acumulada na superfície do planeta, enquan-

to uma carga positiva de igual magnitude é distribuída na atmosfera.

Outra interferência das nuvens está no processo de interação entre as ondas eletromagnéticas denominadas *whistlers*, que são geradas pelas descargas elétricas e se propagam para as camadas superiores da atmosfera, e elétrons existentes na magnetosfera a alturas de milhares de quilômetros. Este processo ocorre ao longo das linhas do campo magnético da Terra (figura 9). Como resultado dessa interação, os elétrons se precipitam na atmosfera e produzem uma série diversificada de fenômenos, entre eles a io-

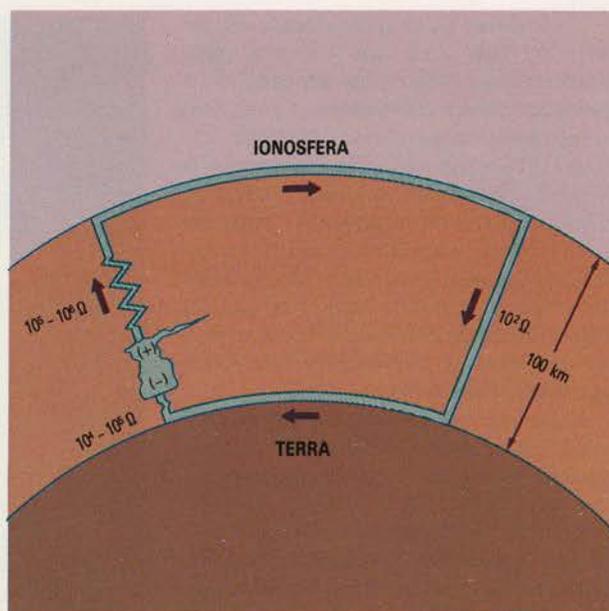


Fig. 8. Esquema do circuito elétrico atmosférico global formado entre a superfície da Terra e a ionosfera.

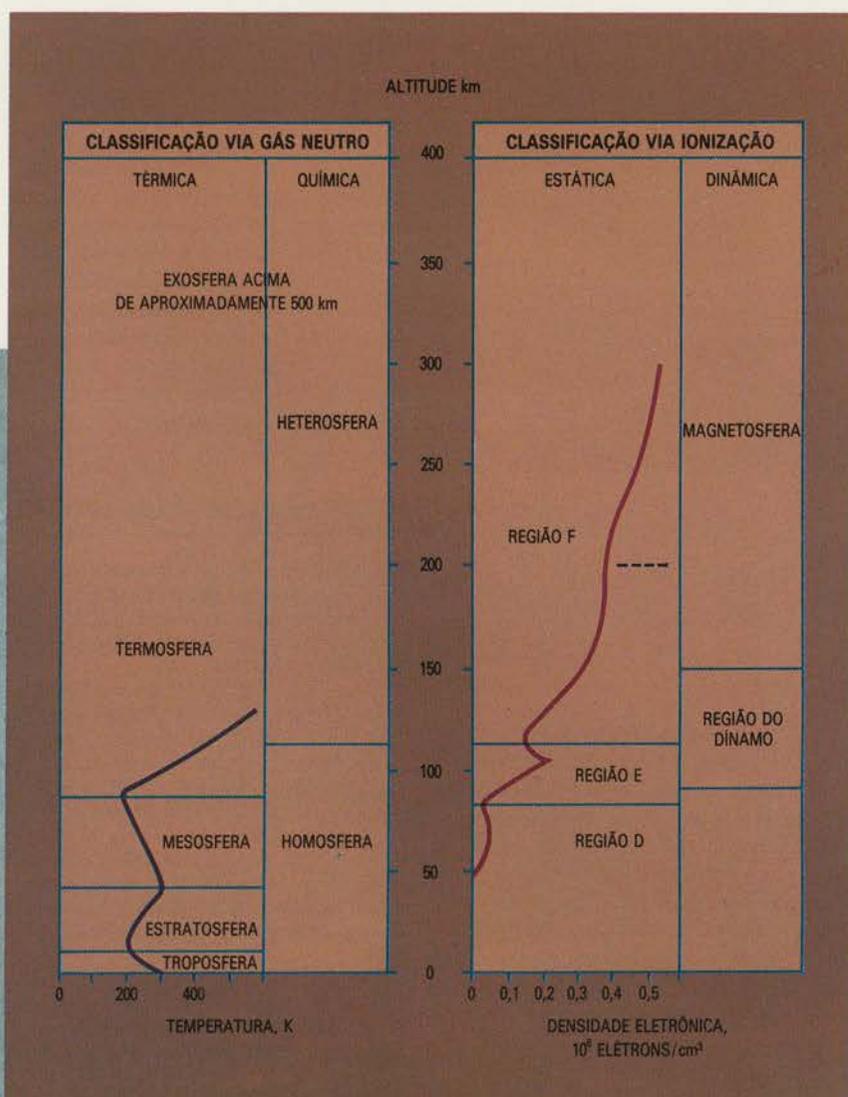


Fig. 7. Divisões da atmosfera, segundo vários critérios.

nização e excitação dos átomos neutros que constituem o ar e a produção de raios X (ver 'Anomalia magnética brasileira', em *Ciência Hoje* n° 52). A ionização da atmosfera, entre outras conseqüências, altera a propagação de sinais de muito baixa frequência (VLS) entre a ionosfera e a Terra, fenômeno conhecido como evento 'Trimpi'. Recentemente, foram encontradas evidências de que os *whistlers* também podem ser uma importante fonte de energia para a geração de diversos processos de plasma na ionosfera.

As nuvens de tempestade também exercem influência sobre a concentração de ozônio e poluentes na alta troposfera e estratosfera. As correntes ascendentes dentro das nuvens podem carregar óxidos de nitrogênio e outros poluentes, geralmente em suspensão junto à superfície, ou mesmo produzidos durante descargas elétricas através de processos de fixação química, até a alta troposfera. Nesta camada, os óxidos formam mais ozônio, seja por complexos processos fotoquímicos, seja por reação direta com a luz solar. Este e outros poluentes são então distribuídos sobre largas regiões pelos ventos existentes nesta altitude. Posteriormente, movem-se em direção ao solo, podendo criar severa poluição (ver 'Acidez na chuva', em *Ciência Hoje* n° 34) em regiões distantes de qualquer fonte primária de poluentes. O aumento da concentração de ozônio na alta troposfera também pode contribuir para o efeito estufa (ver 'Efeito estufa: uma ameaça no ar', em *Ciência Hoje* n° 29). Se os óxidos atingem a estratosfera, via correntes ascendentes, outros processos químicos ocorrem e podem potencialmente diminuir a concentração de ozônio nesta camada.

No Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São José dos Campos (SP), desenvolve-se atualmente um projeto de pesquisa sobre a eletricidade atmosférica, como parte do estudo da interação Sol-Terra. O projeto baseia-se na experiência adquirida neste campo, desde o início da década, através de medições de campo elétrico e condutividade na estratosfera, feitas com balões. Os resultados das medições têm sido importantes para uma melhor compreensão da distribuição de cargas dentro das nuvens de tempestade e de seus efeitos sobre a estratosfera.

Entre esses efeitos, destaca-se a existência de variações da condutividade na estratosfera, associadas às nuvens de tempestade, descoberta pelos autores. Também anunciada independentemente por uma equipe de pesquisas norte-americana, a descoberta despertou grande interesse na comunidade científica internacional. A origem exata dessas variações ainda não é conhecida, mas aparentemente elas podem estar relacionadas a processos turbulentos ge-

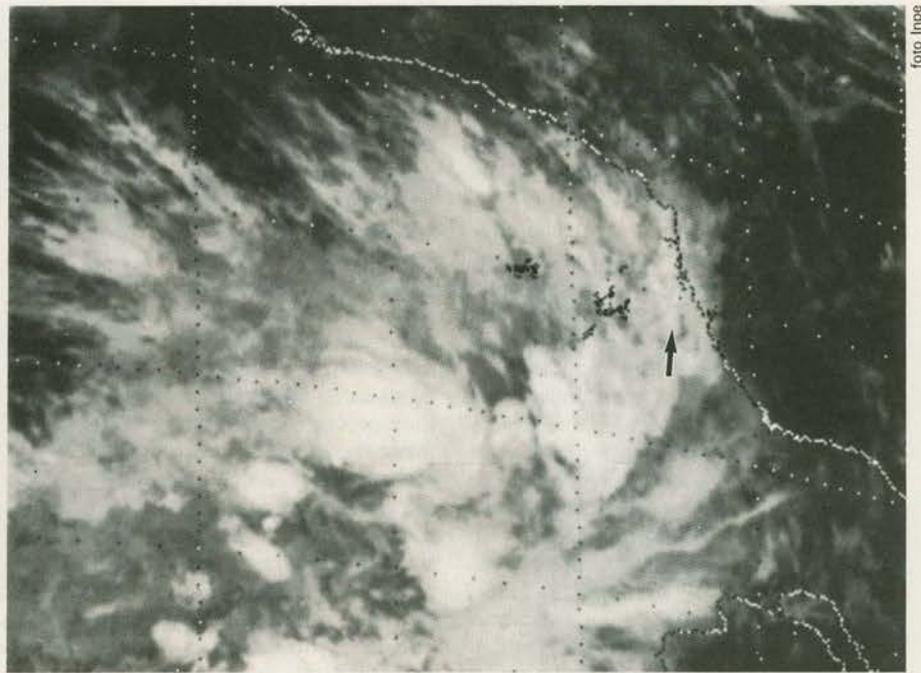


Fig. 10. Foto obtida por um sensor de infravermelho do satélite SMS-2, a 3 de abril de 1980, mostrando um grande número de nuvens de tempestade (a seta indica uma delas) sobre o Brasil.



Fig. 9. Esquema da interação entre whistlers e elétrons, ao longo das linhas do campo magnético da Terra.

rados na estratosfera, em áreas próximas às nuvens, por influência destas.

Estudos detalhados sobre a estrutura elétrica das nuvens de tempestade em baixas latitudes, com o objetivo de obter modelos estruturais mais precisos, têm sido desenvolvidos pelos autores. Análises teóricas e evidências experimentais mostram que as magnitudes dos centros de carga positivo e negativo são diferentes, prevalecendo, portanto, a continuidade de corrente dentro da nuvem.

Novas medições, feitas simultaneamente com balões, radares e satélites meteorológicos, estão sendo preparadas para os próximos anos, com o apoio das universi-

dades de Baur e São Paulo (USP), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e do Centro de Tecnologia e Normalização das Centrais Elétricas de Minas Gerais (Cemig). O objetivo é estudar os detalhes do processo de eletrificação das nuvens de tempestade e sua relação com o processo de precipitação, além de obter uma melhor compreensão da interação das nuvens de tempestade com a atmosfera superior. A região em que o Brasil se encontra apresenta normalmente um grande número de nuvens de tempestade (figura 10), o que a torna extremamente atraente para o estudo desse tipo de nuvem.

Campo de estudos recente, a microfísica das nuvens apresenta muitos pontos que ainda precisam ser elucidados para que se compreendam bem as funções dessas estruturas no imenso organismo chamado Terra. O homem, porém, já possui a certeza de que o papel desempenhado pelas nuvens de tempestade tem grande importância, influenciando de um modo global e complexo a vida de todo o planeta.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- PINTO I.R.C.A., *Estudos sobre campos elétricos e condutividade associados a nuvens eletrificadas na região da América do Sul*. Tese de Doutorado em Ciência Espacial (Inpe 4487-TDL/325), Inpe, 1987.
- PINTO I.R.C.A., PINTO JR. O., GONZALEZ W.D., DUTRA S.L.G., WYGANT J. & MOZER F.S., 'Stratospheric electric field and conductivity measurements over electrified convective clouds in the South American region', in *Journal of Geophysical Research*, V. 93, pp. 709-715, 1988.
- PINTO I.R.C.A. & PINTO JR. O., 'Cálculo da relação entre tempo de relaxação e condutividade na estratosfera', em *Revista de Física Aplicada e Instrumentação*, V. 3, pp. 1-12, 1988.
- PINTO I.R.C.A., PINTO JR. O. & GONZALEZ W.D., 'Some aspects of stratospheric electric fields due to a constant convection current density-charge model of cloud structure', in *Journal of Geophysical Research*, V. 94, pp. 9.979-9.982, 1989.

Edição de texto: Ricardo Menandro



A assinatura da Souza Cruz está na carta que você recebe.

Só que ela assina com outro nome: Pirahy. A empresa do Grupo Souza Cruz que fabrica o papel para o envelope e para sua correspondência. Além de fabricar com exclusividade o papel onde também é impresso o selo.

São mais de 60 anos fornecendo papéis especiais para os mais diferentes usos. Na fabricação de cigarros e do maço. Papéis para desenhar, escrever, imprimir e para os auto-adesivos.

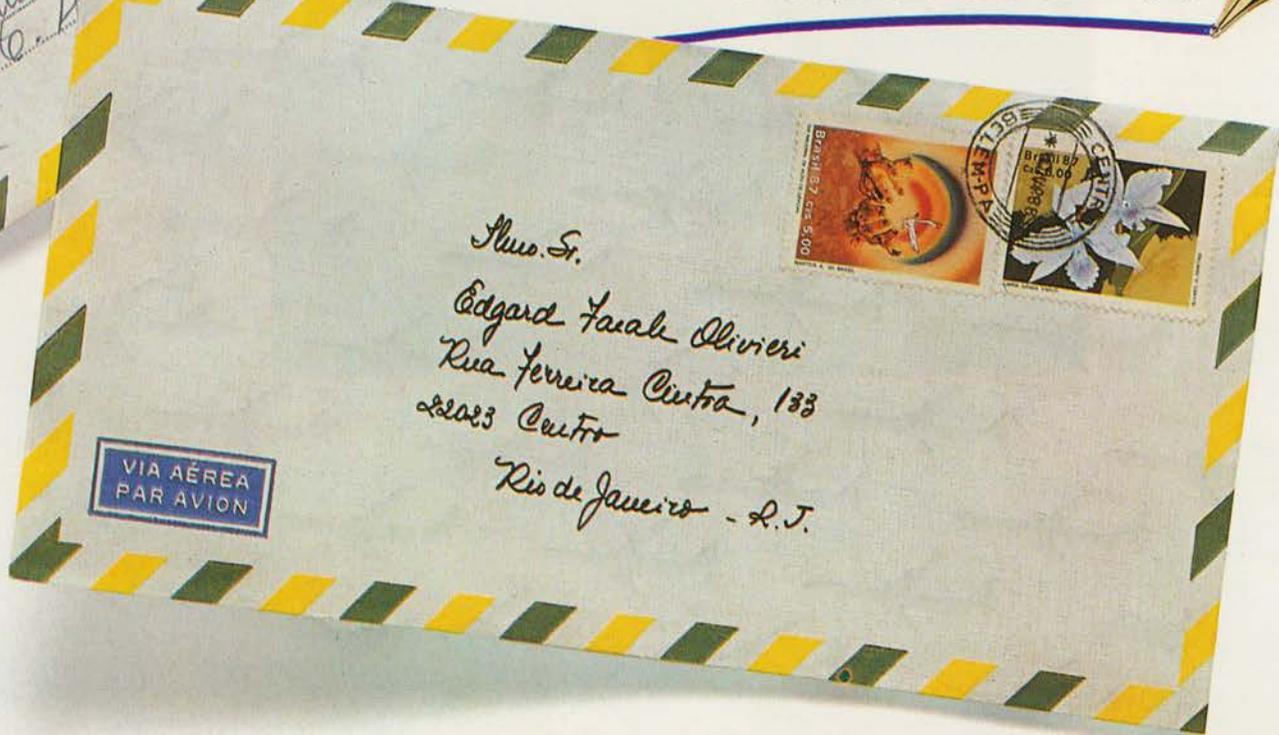
Até o cheque que você assina já levou antes a assinatura da Pirahy. Na sua vitrola também roda mais uma parada de sucesso: as etiquetas dos discos fonográficos, que também são de sua fabricação.

Aliás, o seu papel *Westerpost* é sucesso absoluto de mercado.

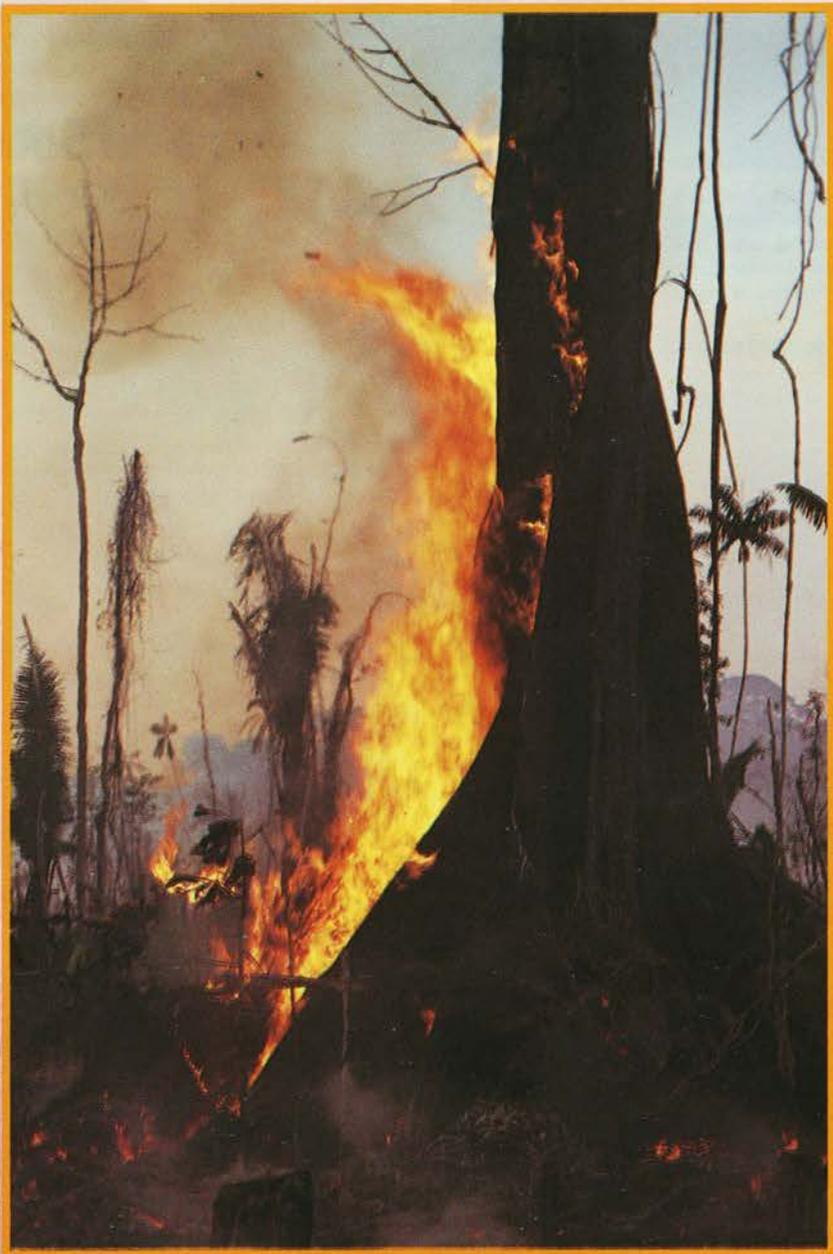
A Pirahy ocupa uma área de 70.000m² em Santanésia, no Estado do Rio, onde garante emprego, assistência médica, ensino e lazer para cerca de 2 mil pessoas. Tudo para cumprir bem o seu próprio papel.

A Souza Cruz assina embaixo.

Souza Cruz



fotos cedidas pelo autor.



Queimadas no Projeto de Colonização Cujubim. Rondônia, agosto de 1986.

RONDÔNIA

ESTRADAS QUE LEVAM À DEVASTAÇÃO

Philip Martin Fearnside

Departamento de Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

O debate sobre as diferentes avaliações do desmatamento na Amazônia, provocadas por critérios de análise das imagens geradas por alguns satélites, não altera a constatação de que o problema é grave, exigindo a imediata definição de uma política eficiente de preservação.

O desmatamento em Rondônia vem aumentando de forma explosiva. Essa aceleração já era clara quatro anos atrás, quando, nesta mesma revista, publicamos o artigo 'Rondônia: sem florestas na próxima década?' (*Ciência Hoje* n.º 19). Em parte, esse fenômeno pode ser atribuído à migração maciça para o estado, facilitada, desde setembro de 1984, pelo asfaltamento da rodovia Marechal Rondon (BR-364, Cuiabá-Porto Velho), feito no âmbito do projeto Polonoeste, financiado pelo Banco Mundial. O que se observa, no entanto, é que o desmatamento tem crescido em ritmos ainda mais vertiginosos que a população. Em outras palavras: aumenta não só a população de Rondônia, mas o índice de desmatamento por habitante — os que ali vivem passaram, em média, a desmatar mais.

Diante disto, é necessário não apenas aperfeiçoar as condições de monitoramento, de modo a termos acesso a informações seguras sobre a extensão das matas derrubadas, mas também chegar a uma melhor compreensão das causas subjacentes ao fenômeno. Só essa análise pode permitir uma projeção mais realística de tendências futuras caso se mantenham os planos de ação atuais ou se adotem estratégias alternativas. Só dessa maneira será possível também identificar medidas eficazes para controlar o processo.

Os dados sobre o desmatamento em Rondônia fornecidos pelos diversos satélites operados no Brasil e no exterior são bastante conflitantes; ainda assim, eles nos permitem ter uma idéia sobre o ritmo em que se processa a devastação (ver 'A escalada do desmatamento').

A ESCALADA DO DESMATAMENTO

Uma vez que os dados fornecidos pelos diferentes satélites são muitas vezes incongruentes, é essencial identificar as informações mais confiáveis e submetê-las às correções necessárias se quisermos chegar a uma estimativa adequada do desmatamento que ocorre em Rondônia. Sejam quais forem, no entanto, os dados considerados, a conclusão é sempre assustadora: as áreas desmatadas crescem vertiginosamente.

Um relatório feito pela Diretoria de Sensoriamento Remoto do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) como contribuição ao Programa Nossa Natureza, do governo federal, indica que, até 1988, tinham sido desmatados 30.046 km² de florestas em Rondônia. Se somamos a esse valor um desmatamento proporcional nas áreas de cerrado, chegamos a um total de 31.623 km² (13% do estado). Essa correção pressupõe que apenas 25% da área de savana indicada no mapa do Inpe estejam expostos ao desmatamento, uma vez que o restante localiza-se em duas reservas indígenas (os desmatamentos ilegais já registrados em terras indígenas limitam-se a áreas de floresta). O valor a que chegamos para a área de cerrado que teria sido desmatada (989 km², com um ajuste para a área do estado usada no estudo do Inpe) é conservador, dada a conversão generalizada desse tipo de vegetação em pastagens e plantações de soja na área de Vilhena, na parte oriental de Rondônia. Os técnicos do Inpe se basearam, em seu estudo, em dados fornecidos pelo satélite LANDSAT.

Ocorre, entretanto, que a estimativa do Inpe não é compatível com as informações oriundas do sensor AVHRR, aparelho carregado no satélite meteorológico NOAA-9. Embora melhores fatores de correção possam, futuramente, esclarecer essa discrepância, não temos ainda meios para explicá-la. Os dados do AVHRR — interpretados por J.-P. Malingreau e C.U. Tucker, da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), dos EUA — indicaram que 39 mil km² (15,1% da área de Rondônia) já teriam sido desmatados até 1987. Uma imagem de 1985 interpretada pelos mesmos pesquisadores já indicara a devastação de 27.658 km². Uma projeção linear a partir das estimativas do AVHRR para 1985 e 1987 indica que, até 1988, 41.521 km² (17,1% do estado) teriam sido desmatados até 1988.

Como o AVHRR apresenta imagens com 1,1 km de resolução, muito menos precisas que as do LANDSAT, cuja re-

solução é de 30 m, as estimativas baseadas em suas informações tornam-se menos confiáveis e é possível que a diferença nos resultados resulte dessa diferença entre os sensores.

O Inpe apresenta, como reforço de sua avaliação mais otimista, uma estimativa feita pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) segundo a qual o desmatamento teria alcançado, em 1986, 22.913 km². Este dado, segundo Roberto Pereira da Cunha, chefe da equipe do Inpe que elaborou o estudo, lhe teria sido fornecido por Fernando César Mesquita, diretor do Ibama. Posteriormente, um relatório técnico do mesmo órgão esclareceu que o dado se referia às imagens do LANDSAT em 1987, e não 1986, o que tornou ainda maior a discrepância com os resultados baseados nos dados do AVHRR.

Como se vê, os dados sobre o desmatamento em Rondônia são, no mínimo, confusos. Parte da discrepância entre os diferentes estudos pode ser atribuída a super ou subestimativas inerentes às técnicas utilizadas em cada um. Num estudo

feito em 1986, G.M. Woodwell e colaboradores, do Instituto de Pesquisas de Woods Hole, nos EUA, concluíram que os dados do AVHRR, em razão de seu baixo grau de resolução, teriam subestimado o desmatamento em Rondônia de dois a 18%. Posteriormente, incertezas quanto aos ajustes feitos na comparação de imagens fornecidas pelo LANDSAT e o AVHRR em anos diferentes levaram os mesmos autores a concluir que um fator de correção de 1,0 (que deixa os resultados inalterados) seria o apropriado. Esse grupo de pesquisa continuou a encontrar bom grau de concordância entre os dados do LANDSAT e do AVHRR, mas atualmente acredita que o AVHRR superestima o desmatamento.

Malingreau, Tucker e colaboradores, que têm publicado várias estimativas para Rondônia baseadas em informações do AVHRR, consideram que não há necessidade de um fator de correção. Em contrapartida, um estudo feito por David Skole, da Universidade de New Hampshire, nos EUA, calculou em 18% o fator de correção necessário para compensar a

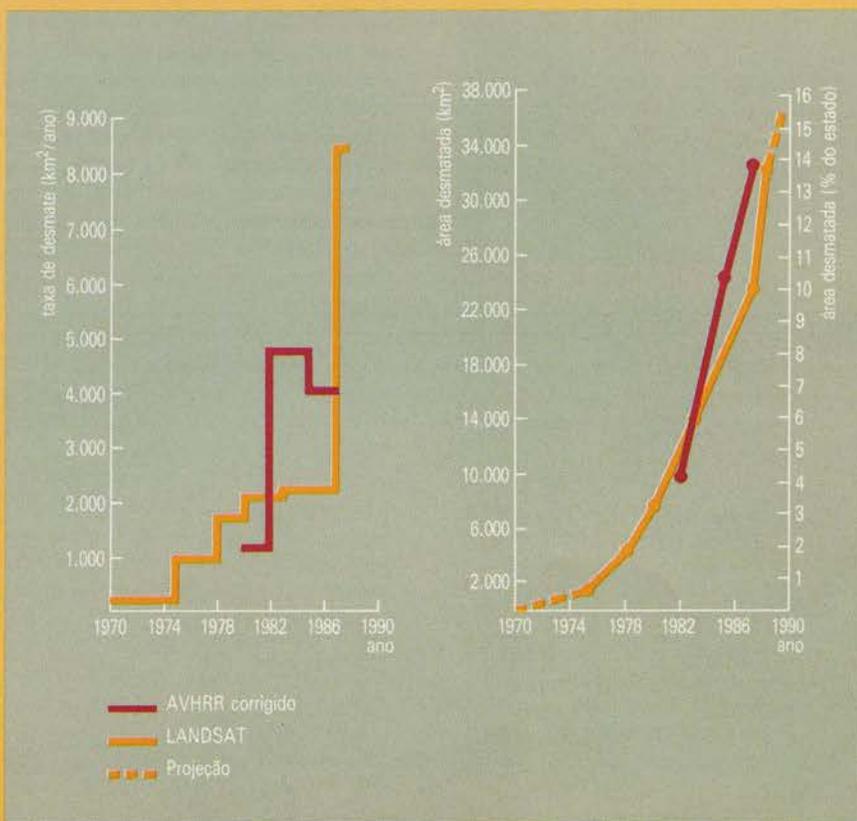


Fig. 1. O gráfico à direita mostra a extensão das áreas desmatadas em Rondônia segundo estimativas baseadas em informações fornecidas pelo sensor AVHRR (corrigidas) e o satélite LANDSAT. À esquerda, são mostradas as taxas anuais de desmatamento estimadas a partir das mesmas fontes.

superestimativa resultante do uso dos dados do AVHRR. Para simular o nível de detalhe alcançado pelo AVHRR, ele compara dados de imagens com 10 m de resolução fornecidas pelo satélite francês SPOT com dados das mesmas imagens com sua resolução degradada até 1,1.

A superestimativa ocasionada pelo AVHRR seria maior em Rondônia que em outros estados, como Mato Grosso, em que nas áreas desmatadas predominam grandes fazendas. As faixas compridas e estreitas de desmatamento que caracterizam o padrão de 'espinho de peixe', comuns nas áreas de assentamento ocupadas por pequenos agricultores em Rondônia, distorceriam os resultados. Os desmatamentos com esse padrão têm largura menor que a resolução do sensor, mas não grande o suficiente para despertar na imagem a quadrícula (ou pixel) inteira que cobre essa clareira.

Os estudos sobre Rondônia feitos a partir de dados fornecidos pelo LANDSAT em 1975, 1978, 1980, 1983 e 1988 também conduziram a resultados viciados, porém na direção oposta. Em vez da análise de fitas digitais em computador, todas essas estimativas baseavam-se na interpretação manual de produtos fotográficos em papel. Esse método levava à subestimação de pequenos desmatamentos e os erros cresciam quanto maior era a escala das imagens. Os estudos com imagens de 1975 e 1978 utilizaram escala de 1:500 mil enquanto os mais recentes utilizam escala de 1:250 mil. Não dispomos, até o momento, de meios de corrigir os vícios acarretados pelo método manual. Finalmente, a resolução dos sensores também varia: as estimativas referentes a 1983 utilizaram o perscrutador multiespectral (MSS) com resolução de 80 m, ao passo que as estimativas mais recentes fazem uso do mapeador temático (TM), com resolução de 30 m.

Os gráficos apresentados na figura 1 permitem a comparação entre as estimativas do desmatamento e sua taxa de crescimento em Rondônia feitas com base nos dados do satélite LANDSAT e do sensor AVHRR. Mais informações serão necessárias para se poder analisar a discrepância entre a estimativa feita pelo Inpe, aquela baseada para a área desmatada até 1988 e aquela baseada nos dados do AVHRR. Com relação à taxa de desmatamento, porém, o valor de 4.042 km²/ano derivado dos últimos dados fornecidos pelo AVHRR é o mais congruente com a tendência geral. Admitindo isto, podemos estimar que a área desmatada estará por volta de 35.700 km² em 1989, o que representa 14,7% do estado.

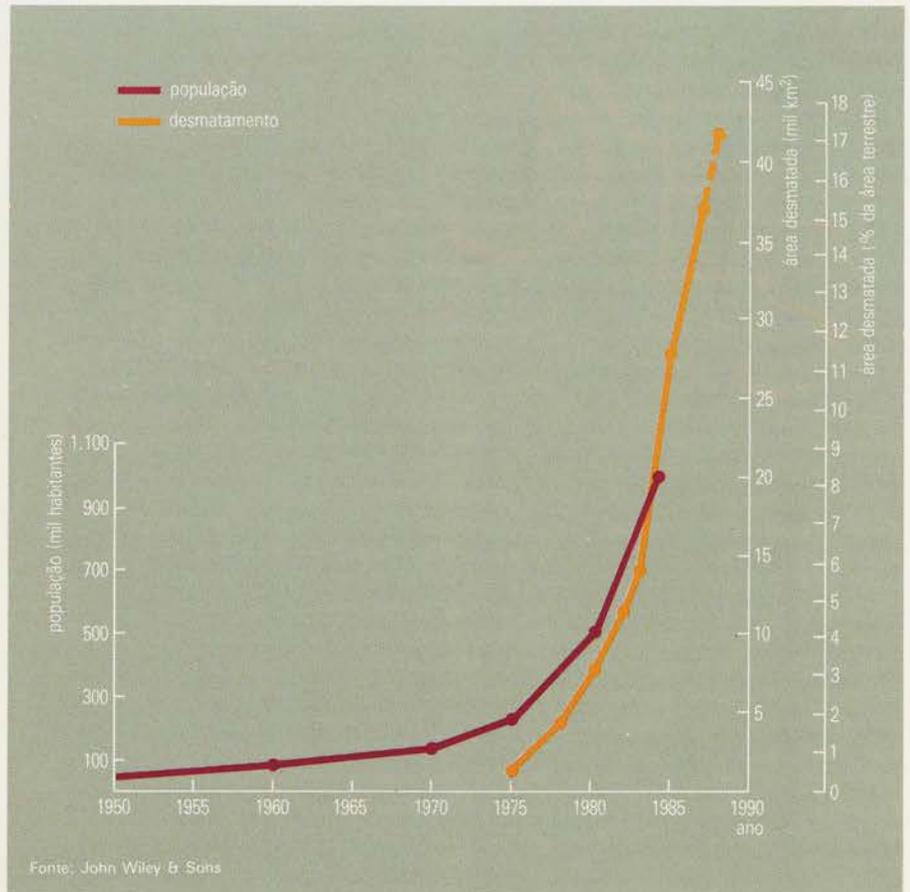


Fig. 2. Crescimento da população e da área desmatada em Rondônia: a derrubada está se expandindo em ritmo mais acelerado que a população. A linha tracejada até o ano 1988 representa uma projeção linear feita com base nos últimos dados disponíveis.

Em meio às discrepâncias entre dados e interpretações é bastante instrutivo analisar a relação entre a progressão do desmatamento e a da população em Rondônia. O que se constata, como já observamos, é que a primeira vem aumentando mais rapidamente que a segunda: entre 1980 e 1985, enquanto a população do estado cresceu a uma taxa exponencial de 14,8% ao ano, o desmatamento aumentou à taxa bem mais elevada de 24,8% ao ano (figura 2).

Outra verificação bastante grave, feita por J.-P. Malingreau, da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), dos Estados Unidos, a partir das imagens fornecidas pelo AVHRR já em 1987, é a de que o desmatamento começa a se alastrar, já se tendo iniciado ao longo da rodovia BR-429, que vai até Costa Marques, na fronteira com a Bolívia (o traçado dessa rodovia pode ser visto no mapa da figura 3). Até então, a derrubada da mata no estado concentrava-se ao longo da rodovia BR-364 (Cuiabá-Porto Velho) e das estradas que fazem a ligação entre esta e Guajará Mirim e Colorado. O vale do rio Guaporé — que corresponde, aproximadamente, à metade de Rondônia — permanecia praticamente intocado. A abertura



Fig. 3. Mapa de Rondônia, com a delimitação de um quadrado (1/4° de latitude x 1/4° de longitude) na área de Cacoal: de colonização mais antiga, a região vem sendo desmatada em ritmo menos intenso que o observado no conjunto do estado.

dessa vasta área à migração e ao desmatamento é muito mais grave que a derrubada da mesma extensão de mata nas áreas ocupadas ao longo da rodovia BR-364, pois pode ser o prenúncio da ampliação explosiva e incontrolada do processo ao restante do estado.



diagnóstico, e a prescrição de medidas, no caso de Rondônia pode ser ainda bastante apurado a partir da verificação de que o desmatamento não obedece a um padrão uniforme, nem mesmo nas regiões cobertas pelos projetos de colonização. De fato, em certas áreas circunscritas dentro desses projetos — mais precisamente, aquelas de implantação mais antiga —, o desmatamento prossegue a ritmos bem mais lentos, que se afastam bastante do padrão exponencial evidente quando se considera o conjunto do estado.

Um exemplo dessas áreas é a que está destacada no mapa apresentado na figura 3. Delimitamos ali um quadrado de 1/4 de grau de latitude por 1/4 de grau de longitude na área de Cacoal. Na figura 4, podemos observar a extensão das áreas desmatadas nesse quadrado de 1973 a 1980. As faixas verticais paralelas representam áreas desmatadas ao longo das estradas vicinais ('linhas' ou estradas laterais) que, afastadas 5 km umas das outras, dão acesso aos lotes de 100 ha dos colonos. A zona curva de derrubada que vemos no canto inferior esquerdo dos quadrados corresponde às margens da rodovia BR-364.

Por que o crescimento do desmate nesse quadrado que destacamos — embora extremamente rápido — escapa à tendência exponencial observável no conjunto do estado? A razão está no fato que toda essa área já estava distribuída em lotes de colonização em 1973, quando começou a ser estabelecida a série temporal que apresentamos. Portanto, as medições feitas refletem o comportamento de colonos já estabelecidos com o passar dos anos, e não o efeito da chegada de migrantes a uma área virgem para estabelecer novas propriedades.

Se aproximarmos ainda mais o nosso foco e, em vez de uma área dentro de um projeto, considerarmos lotes individuais, veremos que as derrubadas apresentam ainda um outro padrão. Entrevistas que fizemos no projeto de colonização de Ouro Preto, onde o governo instalou colonos em lotes de 100 ha, revelaram um fenômeno interessante. Naqueles lotes que tinham sido ocupados por um único proprietário por um período de dez anos, as áreas derrubadas tinham tido um aumento linear nos primeiros seis anos. A partir do sexto ano, no entanto — como mostra a figura 5 —, o que se observa é que a derrubada prosseguiu, mas muito mais lentamente, configurando um platô.

Neste caso, foi considerada uma amostra de 18 lotes. Numa amostra maior — de 30 lotes — pudemos observar essa mesma tendência dos proprietários originais à derrubada cumulativa até o nono ano de ocupação.

E o que se passa quando os lotes passam para outras mãos? Nas áreas já servidas por

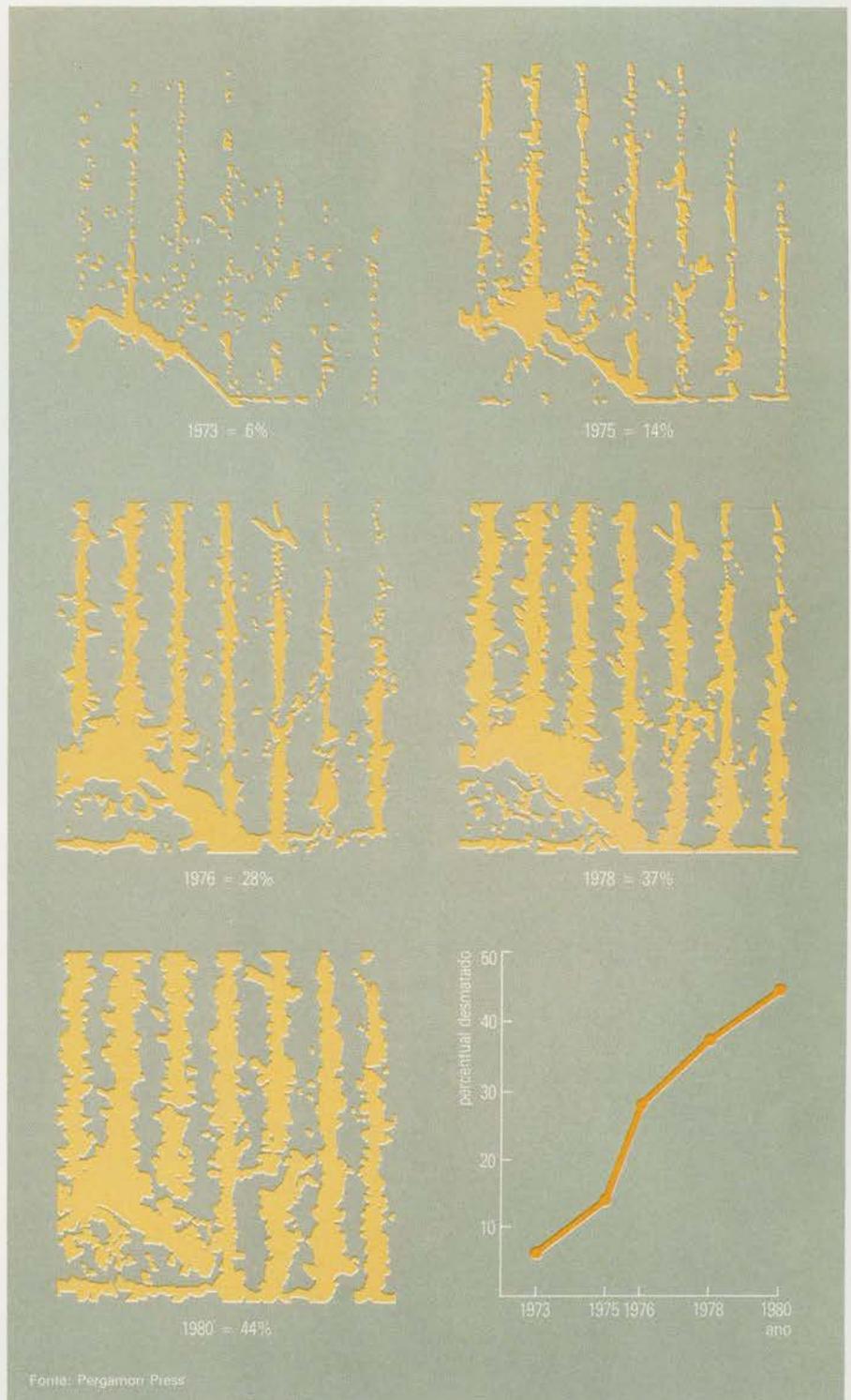


Fig. 4. A série dos desmatamentos realizados no quadrado de $1/4^\circ \times 1/4^\circ$ (delimitado na área de Cacoal) de 1973 a 1980 mostra que nessa área, já distribuída em lotes quando do início dos levantamentos, a derrubada de matas, embora extremamente rápida, não apresenta a tendência exponencial exibida pelos dados referentes ao conjunto do estado.

estradas vicinais, quando um lote é vendido, a ação do novo dono em seus primeiros anos de ocupação é geralmente semelhante à de seu antecessor ao ocupar um lote virgem: com maiores recursos financeiros e antecedentes culturais diferentes, esses segundos proprietários passam a derrubar, por ano, aproximadamente o dobro

que os colonos originais, estabelecidos há muito tempo em seus lotes (figura 6). Conseqüentemente, o ciclo se repete: durante alguns anos há um rápido aumento linear da área derrubada, seguido mais uma vez por um platô.

Há ainda outros fatores que intensificam o desmatamento praticado pelos colonos.

Um deles é a facilitação do acesso aos lotes, seja pela abertura ou pela melhoria de uma estrada. Assim os lotes sofrem súbita valorização, o que encoraja a sua venda, com as conseqüências que acabamos de apontar. No entanto, mesmo que não venda seu lote, o colono muda de comportamento a partir da melhoria do acesso. A possibilidade de escoar com mais facilidade seus produtos torna a atividade agrícola mais lucrativa e ele passa a desmatar sua terra em ritmo bem mais acelerado.

A abertura ou melhoria das estradas faz crescer o desmate também por tornar mais interessante a formação de pastos, como forma tanto de aumentar o valor de revenda do lote como de assegurar os direitos de posse da terra contra posseiros invasores.

Se hoje o aumento das derrubadas no conjunto do estado parece basicamente determinado pela imigração, reforçada por fatores como a valorização das terras pela melhoria do acesso, no futuro o comportamento da população já estabelecida na região deverá assumir maior importância relativa. Há outras razões para uma futura diminuição (mas não interrupção) da derrubada, como a pior qualidade dos solos disponíveis, o acesso difícil ou impossível às terras desocupadas remanescentes e a capacidade finita que têm as áreas de origem dos migrantes de expulsar população em ritmo sempre crescente. Cabe ainda considerar o decréscimo da atrativi-

dade relativa da Amazônia depois que essa fronteira de terras sem dono se 'fechar', bem como o limite do capital, do petróleo e de outros insumos que seriam necessários se as taxas de derrubada continuassem aumentando muito.

Difícilmente, porém, o desmatamento será sustado antes da completa derrubada das florestas da região, senão por efeito de um programa de governo abrangente, baseado em conhecimento do que se passa e firmemente implementado.

O curso cada vez mais veloz do desmatamento não pode ser adequadamente expresso por nenhuma fórmula algébrica simples, como uma equação exponencial. Tampouco se pode esperar que sua eventual desaceleração siga uma trajetória suave e simétrica, própria de um crescimento logístico (ou seja, em forma de S). É a simulação por computador que melhor permitiria uma análise da complexa interação dos fatores que pesam sobre o processo.

Para ter uma idéia de quais são os fatores envolvidos e como se relacionam, é preciso examinar mais de perto algumas causas do desmatamento que vem ocorrendo na Amazônia.

As causas primeiras do fenômeno devem ser buscadas bem longe da Amazônia. De fato, mudanças nos padrões agrícolas ocorridas no Sul do Brasil nos últimos 20 anos refletiram-se pesadamente na forma assumida pela ocupação da Amazônia. Com a expansão da cultura de soja, em 12 traba-

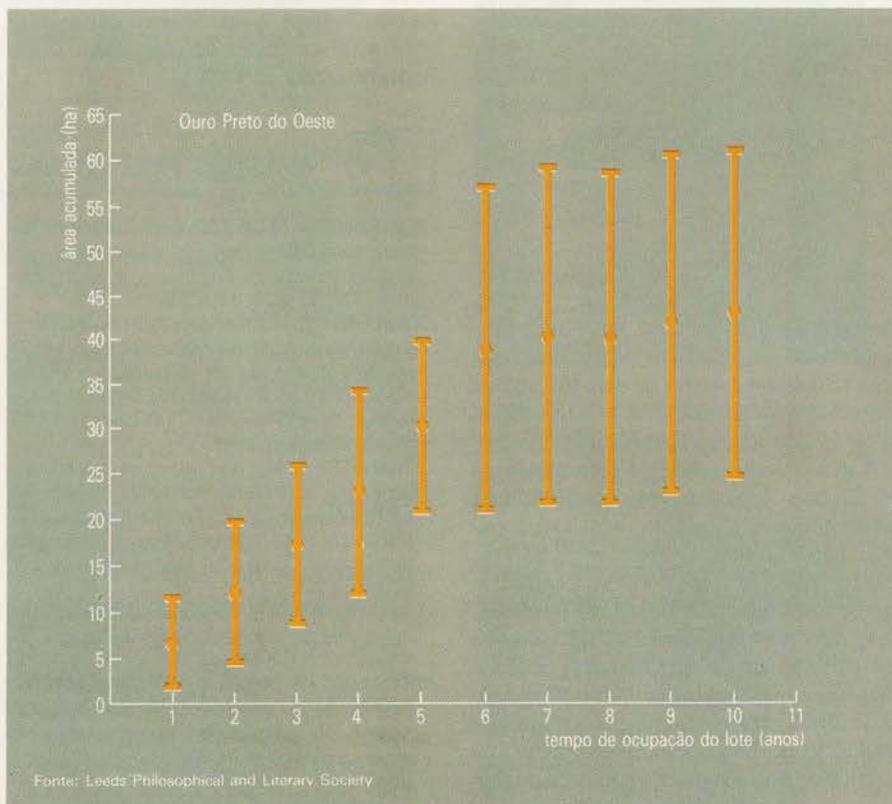


Fig. 5. Desmatamento observado numa amostra de 18 lotes ocupados pelos donos originais.

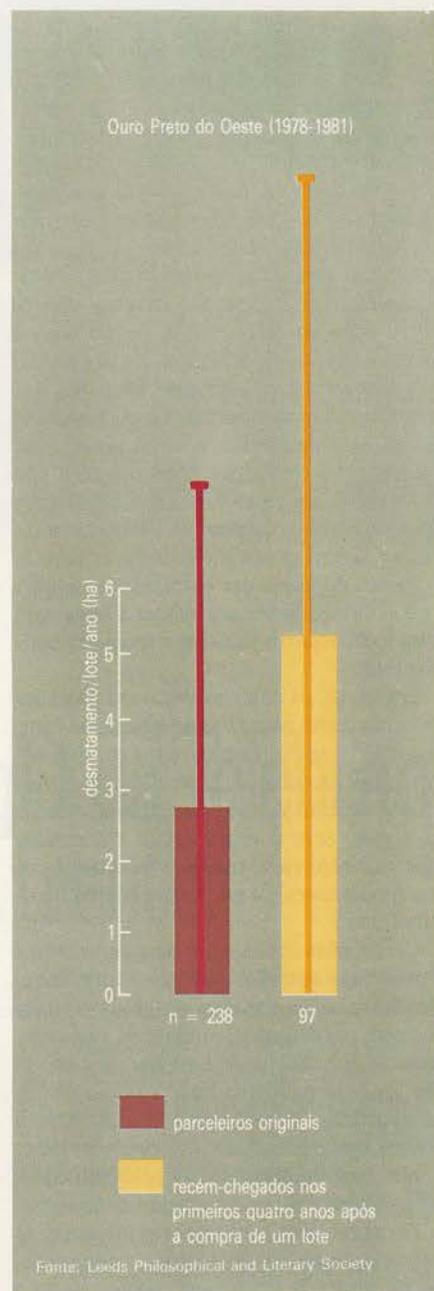


Fig. 6. Efeito do rodízio de colonos sobre as taxas de desmatamento.

lhadores agrícolas, 11 se viram desalojados, não encontrando trabalho no novo sistema de produção. A intensificação da plantação de cana-de-açúcar, encorajada pelo governo para produção de álcool, veio também expulsar de suas terras pequenos lavradores. A substituição de cafezais, que fazem uso intensivo de mão-de-obra, por culturas mecanizadas como a do trigo — determinada tanto por prejuízos decorrentes de geadas como pelos preços relativamente desfavoráveis do café frente aos da soja e outras culturas — engrossou ainda mais as fileiras dos que migraram para a Amazônia.

Na própria Amazônia, as forças mais evidentes são as da especulação com terra,

a ampliação dos efeitos do aumento populacional mediante as aberturas de pastagens e o processo de retroalimentação positiva entre a construção de estradas e crescimento da população (ver 'A floresta pode acabar?', em *Ciência Hoje* n.º 10).

Os lucros da venda da produção agrícola, somados aos ganhos especulativos e aos advindos de diversas formas de subsídio governamental tornam as derrubadas financeiramente muito atraentes. Muitos pequenos produtores vêm para a região com a intenção de fazer fortuna como agricultores comerciais. Gradualmente, porém, constatam que a especulação proporciona lucros bem maiores e, a exemplo de seus vizinhos, vendem seus lotes de terra por preços que excedem o retorno obtido em anos de trabalho árduo. A agricultura reduz-se, assim, a um meio de fazer face às despesas do dia-a-dia enquanto se aguarda a oportunidade para vender a terra com bom lucro e partir para uma fronteira mais distante.

Em geral, os colonos encaram tais vendas mais como uma recompensa pelas 'beneficências' que fizeram na terra do que como uma especulação. Operadores maiores provavelmente já começam suas atividades na região com a especulação em mente. Mas também eles tendem a se definir como 'produtores', e não como meros especuladores.

Como mencionamos, o desmatamento é alimentado também por processos de retroalimentação positiva — círculos viciosos que conduzem a mudanças exponenciais. A construção de estradas, por exemplo, está intimamente ligada à taxa de migração: mais e melhores estradas atraem mais migrantes enquanto, por outro lado, o aumento da população justifica a construção de outras novas e melhores estradas.

Essas relações podem ser representadas pelo diagrama de alças causais apresentado na figura 7, em que as setas indicam a influência de cada item sobre os demais. Como se observa ali, as estradas representam um item chave, tanto por sua interligação com o crescimento da população quanto por sua influência sobre a área que cada colono derruba. No diagrama, 'desmatamento' seria obtido pela multiplicação da 'área derrubada por cada colono' pelo tamanho da 'população', isto é, o número de colonos.

O papel chave da abertura e da melhoria de estradas indica que este seria o ponto mais sensível, sobre o qual se deveriam concentrar os esforços destinados a frear o desmatamento. E esse fator, que tem tamanho impacto sobre a taxa de desmatamento, é de controle relativamente fácil: depende exclusivamente de decisões do governo, ao contrário das milhares de decisões individuais de colonos, posseiros e es-

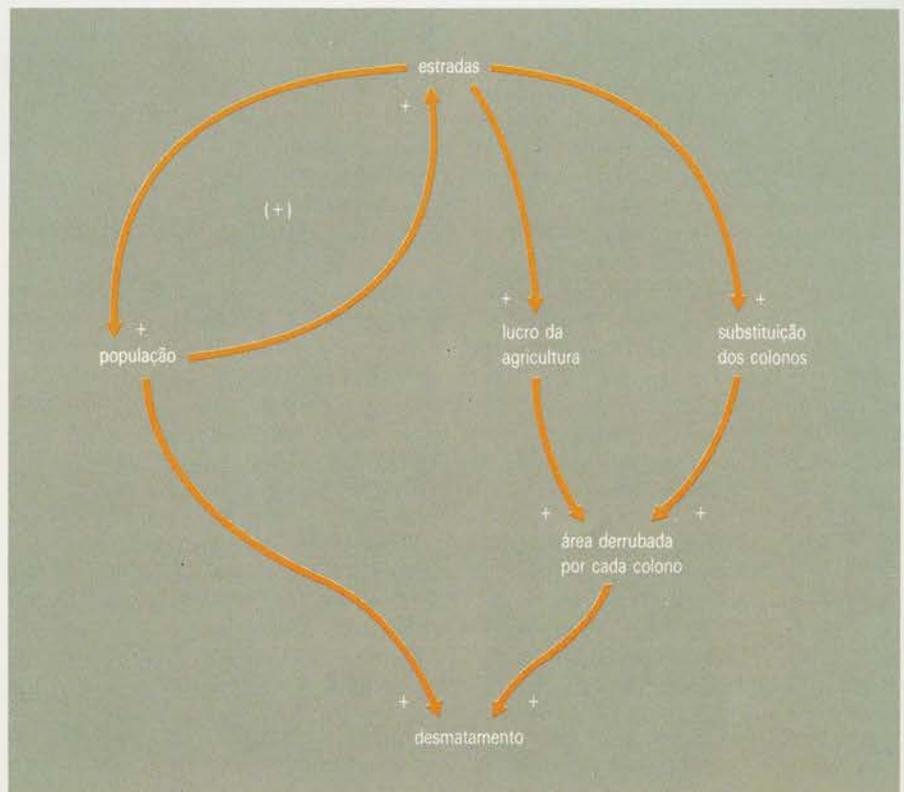


Fig. 7. Diagrama de alças causais da relação entre a construção de estradas e o desmatamento. Os sinais ao lado das pontas das setas indicam a direção de mudança que resultaria caso a quantidade na cauda da seta fosse aumentada. Os sinais (positivo ou negativo) na extremidade das setas indicam a direção da mudança esperável no item por elas indicado caso o item que fica na cauda das mesmas se intensifique. As alças de retroalimentação — como a alça positiva entre estradas e população — são indicadas por sinais entre parênteses.

peculadores que determinarão o destino da mata depois que uma estrada foi aberta ou asfaltada.

O curso futuro da derrubada da floresta úmida depende de um complexo sistema de fatores em interação. Pode-se esperar que forças como a relação de retroalimentação positiva que se estabeleceu entre a construção de estradas e a derrubada da floresta estimulem o desmatamento, enquanto fatores tais como a crescente importância da população residente em relação ao fluxo de migrantes contribuirão provavelmente para atenuar o processo, embora não sejam capazes de detê-lo. Ao que tudo indica, o desmatamento permanecerá acelerado nos próximos anos.

A péssima qualidade do solo nas áreas de floresta remanescentes em Rondônia fornece, por si só, ampla justificativa para a não-abertura de mais estradas (ver 'Distribuição de solos pobres na colonização de Rondônia', em *Ciência Hoje* n.º 33). O plano de asfaltamento da rodovia BR-429 no vale do rio Guaporé, se posto em prática, desencadearia um desmatamento de difícil controle numa área sem potencial agrícola. Um bom começo para uma política de preservação do que resta de mata em Rondônia seria, portanto, a sustação desses planos, cuja implementação car-

rearía fluxos migratórios para o infértil vale do rio Guaporé. É difícil aquilatar os muitos e diversos custos de semelhante obra. E quem ganha com ela?



SUGESTÕES PARA LEITURA

- FEARNSIDE P.M., 'O desenvolvimento da floresta amazônica: problemas prioritários para a formulação de diretrizes', *Acta Amazonica*, vol. 9, n.º 4, suplemento, 1979.
- FEARNSIDE P.M., 'Derrubada da floresta e roçagem de crescimento secundário em projetos de colonização na Amazônia brasileira e a sua relação à capacidade de suporte humano', *Acta Amazonica*, vol. 16-17, n.º único, suplemento, 1987.
- FEARNSIDE P.M., 'Frenesi de desmatamento no Brasil: a floresta amazônica irá sobreviver?', in *Homem e natureza na Amazônia* (G. Kohlhepp e A. Schrader, orgs.). Tübingen, Instituto de Geografia, Universidade de Tübingen, 1987.
- FEARNSIDE P.M., 'Causas do desmatamento na Amazônia brasileira', *Pará Desenvolvimento*, n.º 23, 1988.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Inpe), *Avaliação da alteração da cobertura florestal na Amazônia Legal utilizando sensoramento remoto orbital*. São José dos Campos, Inpe, 1989.

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

Atenção cientistas e empresários desavisados: o Governo tem dinheiro para pesquisas.

É verdade.

O Governo do Estado tem bolsas, financiamentos e outros recursos para oferecer. Mas não adianta você ficar esperando sentado. É preciso se mexer.

Os cientistas e pesquisadores podem e devem procurar a FAPERJ—Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. Ela vai dar todo o apoio necessário. Afinal, é para isso que a FAPERJ existe.

E não é só isso.



Os empresários também precisam entrar em ação. Lembrem-se que a FLUTEC—Empresa Fluminense de Tecnologia, o Programa Qualidade Rio e a Rede de Tecnologia têm mecanismos de financiamento para promover a qualidade de produção, aumentar a produtividade nas empresas e acelerar o desenvolvimento tecnológico no Estado.

Acreditem: dinheiro existe. Mas é preciso vir buscá-lo.

Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia
Governo do Estado do Rio de Janeiro

NO MUNDO DOS INSETOS

PADRE JESUS SANTIAGO MOURE

Aos 77 anos, o Padre Moure, como é conhecido por centenas de pesquisadores e estudantes de todo o país, não é um velhinho que se dedica diariamente a acordar cedo para celebrar missa na igreja matriz de Curitiba ou em algum convento de freiras da tradicional capital paranaense. Levanta-se cedo sim — um velho hábito que cultivava desde os tempos de seminário —, mas muitas vezes para dirigir-se aos principais centros acadêmicos do país, levando consigo caixas de disquetes com programas para microcomputador. Nessas viagens, cumpre um ritual que considera indispensável ao progresso da ciência no país: promover o ensino da taxonomia numérica, método de trabalho que viu nascer nos anos 50, em Kansas, nos Estados Unidos. “Na taxonomia numérica, quantificam-se os estados em que os caracteres das espécies estudadas se manifestam”, ensina Padre Moure, para quem, antes do surgimento desse método, se filosofava muito em torno de como as coisas se originaram no mundo.

Mas antes de se tornar um divulgador por excelência da taxonomia numérica, Padre Moure percorreu um longo caminho, que começou no grupo escolar de Ribeirão Preto (SP), sua cidade natal. Ali viu desenvolver-se sua paixão pela história natural. “Uma vez por semana excursionávamos à cata de pedras, bichinhos e plantas no bosque de Ribeirão”. No seminário claretiano de Rio Claro (SP), onde mais tarde foi estudar, ficava impressionado com as nuvens de tesourinhas que enegreciam o teto da sala de estudos. “Daí para o início de uma coleção, foi um passo”, diz. Formou-se em filosofia e em teologia, ordenou-se padre. Mais tarde, foi nomeado professor de história natural do seminário e da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Curitiba, cidade para onde se mudou e de onde nunca mais saiu. Desde então não mais se separou da entomologia e, a partir de 1940, passou a estudar as abelhas — grupo de insetos em que mais tarde se tornaria uma das maiores autoridades mundiais.

Padre Moure é sem dúvida uma dessas criaturas por quem Deus deve nutrir especial orgulho. O empenho com que se dedica à investigação científica não é menor do que o que dispensa às suas atividades religiosas. Aliás, ciência e religião nunca foram para ele coisas que se excluíssem; ao contrário, sempre foram faces da mesma moeda. “Resolvi esse problema muito cedo”, diz. Segundo ele, Deus fez o mundo pela evolução e nós procuramos, na medida do possível, reescrever a história desse mundo. “Apenas descobrimos como é que as coisas se fazem de acordo com a lei de Deus”, confessa, com a tranquilidade de quem examina ao microscópio as patas de um inseto.

Entrevista concedida a Renato C. Marinoni (Sociedade Brasileira de Zoologia), Jayme de Loyola e Silva (Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná) e Myrian Regina Del Vecchio de Lima (*Ciência Hoje*)

— *Como nasceu sua paixão pela zoologia, pelos insetos e, especialmente, pelas abelhas?*

— O primeiro estímulo que recebi no campo das ciências naturais veio de um professor do grupo escolar, chamado pela meninada de 'Bigodinho de Arame'. No início dos anos 20, no quarto ano primário, ele nos levava ao bosque de Ribeirão Preto para colher flores, bichinhos, pedras e nos dava muitas explicações. Era o melhor dia da semana. Em Ribeirão, era comum naquela época a revoada das saúvas, que me interessava muito.

Ao entrar para o seminário, deixei isso um pouco de lado, preocupando-me mais com minha formação específica, sobretudo com os estudos de latim. Comecei realmente a coletar insetos quando já estava cursando filosofia, em Rio Claro, por volta de 1930. A chácara dos claretianos era um lugar excepcional. Havia ali uma quantidade impressionante de insetos. Havia noites em que pequenos insetos conhecidos por 'tesourinha' (Dermaptera) chegavam a cobrir todo o teto da sala de estudos, de 15 por sete metros. Daí para o início de uma coleção foi apenas um passo.

— *Então o senhor foi um autodidata em zoologia?*

— Sim. Como não tinha livros especializados, usava a *Grande Enciclopédia Espasa*. Na época, já recebia cartas encorajadoras do doutor Escragnolle de Taunay, diretor do Museu Paulista. Formei-me em filosofia e teologia. Encerrei o curso de filosofia com um trabalho sobre o significado do socialismo, em que o comparava a outros tipos de governo, e o de teologia com a tese *Conhecimento de Deus*, algo muito metafísico, com 125 páginas. Fui entrar em contato com pessoas da área de ciências naturais só depois de nomeado professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), de Curitiba, em 1938, ano de sua fundação. Convidaram-me para dar aulas de história natural no seminário! Como muitos na época, fui 'pego a laço'.

Tive a sorte de encontrar pessoas como o doutor Frederico Lane, Samuel Pessoa e Mauro Pereira Barreto, do Museu Paulista e da Faculdade de Medicina de São Paulo, e ter mantido com eles uma intensa correspondência. Li alguns trabalhos do doutor Lane e comecei a estudar os curculionídeos, um tipo de besouro ou 'caruncho'. Fiz meu primeiro estudo sério em entomologia sob orientação de um agrônomo que trabalhava no Museu Paulista. Publiquei mais dois ensaios com o doutor Lane e, em 1940, mudei para as abelhas. Segundo ele, ninguém ainda havia estudado esses animais na América do Sul. Acharmos então que poderia ser um bom começo.

Inicialmente não tinha acesso a nenhuma bibliografia em Curitiba, principalmente em zoologia e entomologia. A única coisa importante que havia era a *Flora Brasiliensis*, de Martius. Como era professor de botânica no seminário, interessei-me pelo estudo detalhado de algumas famílias. Mas só podia me dedicar aos estudos específicos depois das nove da noite, pois, como padre e professor do seminário e da universidade, tinha muitas obrigações durante o dia. Levantava-me às quatro e meia da madrugada para cumprir minhas obrigações eclesiais matinais. Para continuar trabalhando e publicando simultaneamente, durante 20 anos dormi apenas três horas e meia por noite. Tive uma formação geral muito boa, com professores estrangeiros, o que me proporcionou uma visão ampla dos problemas científicos, sob o ponto de vista filosófico, histórico e teológico. Particularmente destaque o padre Jesus Belarim, que, às quintas-feiras, nos dava um resumo do que havia lido em revistas européias.

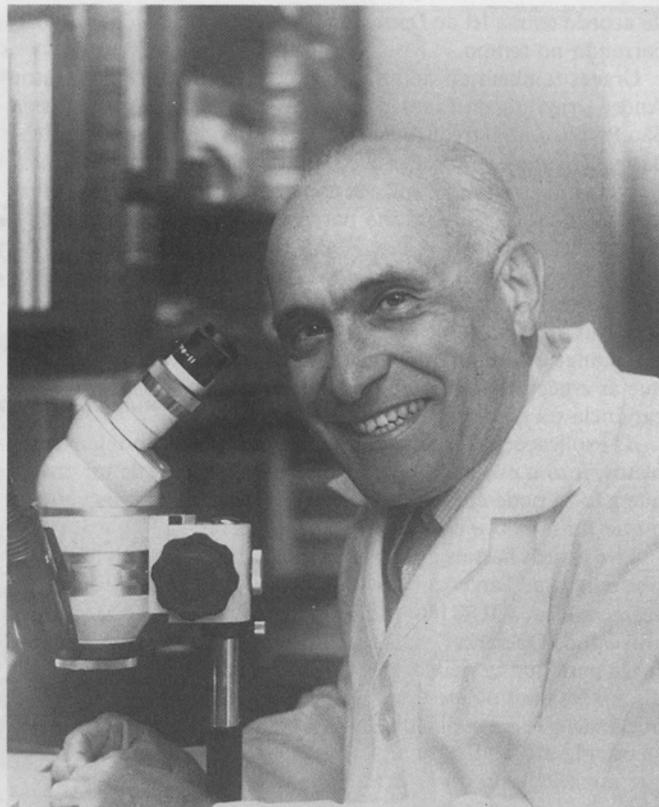


foto cedida pelo padre Moura

— *O que acha da formação nos primeiro e segundo graus hoje, mais especializada e não humanista como antes?*

— Analisando pelo viés de minha formação pessoal, acho que a formação primária e secundária de antes era muito superior à de agora. Pelo que se observa, houve uma queda expressiva do nível de qualidade do professor brasileiro e, conseqüentemente, do aluno.

— *O senhor deve ter tido problemas em razão de suas ligações com a vida religiosa e a formação científica. Em que momento o senhor passou a defender a teoria da evolução? Tempos atrás parece que só se falava em criacionismo, não?*

— Passei a pensar no assunto desde que comecei a observar diretamente os animais e verificar as profundas relações que havia entre eles. Entusiasmado com algumas leituras, tive muitas discussões nas aulas de filosofia provocadas pelas perguntas um tanto perturbadoras que eu fazia ao professor. Isso trouxe certos problemas no seminário.

— *Como resolvia, em sua cabeça, essa divisão, essa dicotomia, entre ciência e religião?*

— Resolvi esse problema desde o princípio. Deus fez o mundo pela evolução; nós não descobrimos absolutamente nada. Estamos apenas procurando, na medida do possível, reescrever a história do mundo. Porque não influímos em nada com nossas leis — seja em física, química ou qualquer outra área científica —, são elas que preexistem. O fato de descobrirmos uma dessas leis não significa que a tenhamos criado, como faz por exemplo o Congresso Nacional. A atitude que sempre tive em relação à natureza é a seguinte: descobrir como é que as coisas se fazem ►

PERFIL

de acordo com a lei de Deus. E a lei de Deus é a lei da evolução correndo no tempo.

Graças também ao doutor Newton Freire-Maia e ao doutor André Dreyfuss, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Paulo, que eu freqüentava durante as férias, comecei a aprender genética, e isso foi decisivo para conciliar as duas questões. Firmei também grande amizade com o doutor Theodosius Dobzhansky, que visitou Curitiba para uma série de palestras.

— *Como aparece a teoria da evolução em seus trabalhos?*

— As referências são pequenas, à exceção de uma série de conferências que mais tarde foram publicadas por Freire-Maia, Beurlen, Lange e Moure. Apenas suponho, como todo naturalista, que as espécies são originadas paulatinamente, por meio de vicariância ou dispersão.

As explicações sobre a evolução talvez ainda não estejam completas, mas a evolução em si é um fato histórico de tal ordem que não se pode contestar. Em meus trabalhos apenas verifico o que foi criado e comprovo as espécies.

Tive atritos bastante sérios com o arcebispo e com meu superior religioso. Tanto que acabei sendo expurgado da direção da ação católica, a JUC [Juventude Universitária Católica] e a JOC [Juventude Operária Católica]. Dom Hélder Câmara também fez força para que eu deixasse essas entidades. Tive com todos eles discussões mais ou menos acaloradas, pois não tinham qualquer noção do que era evolucionismo, julgando-o uma coisa inventada por alguns cientistas para atacar a religião. Foram problemas que me atingiram no início de minha carreira científica.

— *O professor de antigamente tinha que ser mais criativo do que o de hoje? Quais as principais dificuldades no âmbito do ensino universitário?*

— Tenho a impressão de que sim. Não tínhamos grandes bibliotecas em Curitiba. Usávamos apenas os livros básicos recomendados pelo pessoal de São Paulo. No início dei aulas de graça na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Curitiba. Depois de me tornar professor da Universidade do Paraná, passei a receber um pequeno salário. Quando a universidade foi federalizada, por volta de 1950, tínhamos um salário que correspondia a 200 dólares a hora-aula, com obrigação de se dar apenas oito horas-aula por mês, com direito a duas faltas. Ora, o que se pode ensinar de zoologia em oito ou seis horas por mês? Introduzi o sistema de aulas práticas, que costumava chamar de 'veneração da barata'. Preparava a barata, colocava-a debaixo do único microscópio existente, vinha o aluno, abaixava, olhava e saía; depois outro aluno repetia o ritual, depois outro e assim sucessivamente. Era uma tristeza! Mais tarde, graças aos Irmãos Maristas, a FFCL pôde comprar os primeiros microscópios.

Nos meus primeiros anos de sacerdócio, cheguei a fazer muitos aparelhos de rádio e amplificadores de som para igrejas. Pude então comprar alfinetes entomológicos e uma lupa Reichert, que veio substituir meu microscópio do tempo de Pasteur, com o qual produzi os primeiros trabalhos sobre abelhas. Consegui montar uma bibliografia especializada sobre insetos copiando à máquina os principais trabalhos publicados em revistas estrangeiras. Aprendi a traduzir do inglês com Frederico Lane e do alemão com o doutor Adolph Hempel, do Instituto Biológico.



fotos cedidas pelo padre Moure

Membros do Departamento de Zoologia da UFPR. Da esquerda para a direita: Olaf Mielke, Mirna Casagrande, Padre Moure, Rodnei Cavicchioli, Gerardt Scherer (Museu dos Estudos da Baviera, Alemanha Ocidental), José Zundir Busi, Dilma Napp, Danúncia Urban, Renato Marinoni, Lucia Massutti e Germano Rosado Netto.

— *Como foi sua passagem pelo Museu Paranaense?*

— O doutor José Loureiro Fernandes foi uma pessoa fundamental para o desenvolvimento da pesquisa no Paraná. Formado em medicina pela Sorbonne, ele foi convidado, em 1937, pelo então governador Manoel Ribas, para reformular o Museu Paranaense, que havia sido criado por Ermelino Leão, no século passado, com o objetivo de preservar coisas de importância histórica, mas de pouco interesse científico. Ao assumir a direção do museu, o doutor Loureiro começou a procurar pessoas para assessorá-lo e eu fui um dos escolhidos para dirigir a seção de zoologia. Um dos meus primeiros atos ao assumir o cargo foi mandar queimar todo o material zoológico existente, pois, além de não conter qualquer informação sobre a procedência dos exemplares ali presentes, estava tudo estragado. Tínhamos que recomençar. A proposta implicava uma tarefa árdua e de importância capital para o museu: levantar a fauna, a flora e informações acerca da geologia, antropologia e mineralogia de todo o estado do Paraná. Conseguimos ampliar a biblioteca. Hoje, parte dela está na universidade e a seção de zoologia serviu de base para a criação da pós-graduação na área.

Quando era capelão do colégio das irmãs do Sagrado Coração de Jesus, descobri o senhor André Mayer, um alemão que vivia no interior, perto de Ponta Grossa, e vendia aves empalhadas em Curitiba. Quando vi aquelas aves tão bem preparadas, contratei-o para o museu para empalhar mamíferos e aves. Era um técnico excepcional. Provavelmente havia trabalhado para algum museu na Europa. Nunca soube muito bem o que se passou com o Mayer, pois ele era muito reservado. Como sabemos, muitos alemães tiveram sérios problemas durante a Segunda Guerra. Alguns deles chegaram a ocupar posições importantes, como o doutor Sioli, que havia dirigido o Instituto Max Planck. Quando veio para o Brasil, por volta de 1940, ele me escreveu várias vezes pedindo emprego, pois estava completamente abandonado na Amazônia. Ele queria ser meu assistente, mas não consegui recursos para trazer a Curitiba este que foi um dos principais pesquisadores de limnologia da Amazônia.

— *Por que o Museu Paranaense está hoje numa situação tão difícil?*

— O museu funcionava em convênio com a universidade, e seus pesquisadores não recebiam remuneração. O sistema era dinâmico e havia um entrosamento perfeito. Isso ocorre por exemplo na Inglaterra, com o Commonwealth Institute of Biological Control, que funciona dentro do Museu Britânico, e em algumas áreas da Smithsonian Institution, nos Estados Unidos. Aqui no Brasil cada instituto quer ter uma estrutura completa, autônoma. Certa vez o CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] me encomendou um plano de museus que se baseasse nos três mais importantes do país. O plano fracassou porque não levei em conta o Nordeste.

No momento em que quiseram ser mais bem pagos, os funcionários do museu — seu diretor inclusive — lutaram para separá-lo da universidade, ligando-o à Secretaria de Agricultura do estado. Trata-se de um problema provocado por injunções de ordem familiar e não gostaria de entrar em detalhes. Quando voltei da Europa, após dois anos de ausência, tinham modificado tudo o que havíamos feito. O museu foi sendo jogado de uma instituição para outra, perdendo com isso suas características de museu científico. Agora, porém, está havendo uma tentativa de reestruturá-lo.



Da esquerda para a direita: Keith Brown (Unicamp), Carlos Alberto Campos Seabra (Museu Nacional), Padre Moure, W. Grumann (UFRGS), Jayme de Loyola e Silva (UFPR) e Renato Marinoni (UFPR), durante o III Congresso Brasileiro de Zoologia, realizado no Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1968.

— *Quando o senhor passou a dedicar-se à universidade em tempo integral?*

— Talvez eu tenha sido um dos primeiros professores a trabalhar em tempo integral para a Universidade Federal do Paraná. Isso se deu através de um decreto do presidente Getúlio Vargas, de 1953. Aí consegui trazer para Curitiba o doutor Newton Freire-Maia, de São Paulo, recomendado pelo professor Dreyfuss, junto com seu irmão Ademair Freire-Maia. Da Alemanha veio o doutor Hans Jacoby, trazendo uma tradição europeia de universidade. Até então a relação professor-aluno na nossa universidade era muito precária. Vendo o que se fazia na Universidade de São Paulo [USP], procurei, desde o início da cátedra de zoologia, conviver mais com os alunos.

O desenvolvimento da pesquisa básica brasileira começou na USP em 1934 e no Rio de Janeiro em 1937. Nossa pesquisa básica começou em 1938. O Brasil não tinha verdadeiras universidades; de certo modo, ainda hoje padecemos do mesmo problema. Muitas de nossas universidades têm esse nome só porque têm um reitor. Não há compartilhamento das áreas básicas.

— *O senhor participou da reforma da Universidade do Paraná. Continua achando que o modelo americano seria adaptável ao Brasil?*

— Em 1956 fui mandado para os Estados Unidos pelo doutor Anísio Teixeira, com uma bolsa da Fundação Rockefeller e do Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos [INEP]. Sofri um grande impacto ao chegar na Universidade de Kansas. Apesar de pequena, essa universidade era absolutamente diferente da▶



fotos cedidas pelo padre Moure

Os dois primeiros membros do grupo (da esquerda para a direita) não foram identificados. Na seqüência, Aloísio Melo Leitão (UFRJ), Padre Moure, José Cândido de Melo Carvalho (Museu Nacional) e Salvador de Toledo Piza (da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba).

quilo que se dizia ser universidade no Brasil. Concluí que, do modo que ensinávamos aqui, jamais chegaríamos a ter um grupo de ciência um pouco mais desenvolvido, à exceção dos casos de autodidatismo. Tínhamos professores tremendamente ruins, e os que eram melhores tinham pouca influência sobre os alunos.

Fiquei muito impressionado com o fato de todo universitário americano entrar numa universidade e não em uma faculdade, embora depois ele vá fazer um curso específico, organizado pelos departamentos responsáveis pela área. Em Kansas eu vi realmente eficiência nos estudos. Para adotar esse modelo eficiente de universidade nós realmente não estávamos preparados. Em grande parte, a universidade brasileira está hoje corrigindo deficiências do ensino de primeiro e segundo graus. Só na pós-graduação é que se começa a preparar o aluno para que ele se torne professor ou pesquisador. Só temos prédios, fachadas; por dentro, falta tudo: equipamentos, bibliotecas, recursos humanos qualificados, administração eficiente etc. As verbas costumam chegar em abril ou maio e no mês de outubro o prazo para sua utilização já acabou. Ora, queria ver um político ou chefe de governo viver com verba para dias contados. Enfrentamos diariamente dificuldades burocráticas de toda ordem. Se formos comparar com o que se passa nos Estados Unidos e Europa, vivemos em estado extremamente precário no que diz respeito à importação de equipamentos e materiais. A burocracia esteriliza e elimina a criatividade do pesquisador. Não é possível um pesquisador ficar a vida inteira atrás de equipamentos. Eu esperei quatro anos para ter uma lupa nova. Na minha idade, o que isso representa?

— *Mas o modelo americano, trazido pela reforma universitária, não tem se mostrado ineficiente para o Brasil?*

— Sim, porque na verdade o modelo americano não foi realmente implantado. Houve uma resistência enorme dos professores antigos para que tudo continuasse como estava. Um exemplo claro disso é o da Faculdade de Direito da UFPR, que se isolou por completo. Houve uma resistência passiva enorme. Eu e o doutor Brasil Pinheiro Machado estávamos encarregados de implantar a reforma dentro da UFPR, em 1967 e 1968, quando saíram decretos obrigando-nos a nos tornar universidade. Tínhamos na época cinco ou seis pequenos departamentos de química, cada um olhando a matéria de um ponto de vista aplicado, restrito, imediato. Nossa idéia era formar um grande departamento de química, onde se ensinassem os fundamentos da matéria para todas as áreas. O mesmo deveria se dar com biologia e outras áreas científicas. Nessa ocasião tive sérios desentendimentos com algumas pessoas e acabei me demitindo da comissão de implantação da reforma. Quando tentei, por exemplo, dizer que um professor de latim podia perfeitamente ensinar a língua a um jurista, o diretor da Faculdade de Direito disse: “Para ensinar latim aqui, só sendo advogado!”. Atualmente até a língua portuguesa, no curso de direito, não é ensinada por professores do departamento de letras. Nos Estados Unidos, por outro lado, direito e medicina são cursos de pós-graduação. Primeiro o aluno tem que cursar a universidade; só depois é que ele irá para o curso de direito ou medicina.

Outro exemplo é o de um agrônomo que vai estudar insetos. Ele acha que deveria estudar as pragas e não os insetos, esque-

cendo-se de que qualquer inseto pode se tornar uma praga, desde que não consiga alimento em abundância. As coisas são muito mal interpretadas. Costuma-se determinar um inseto como praga da planta tal e não como inseto. Essa é uma visão totalmente deformada.

— *Examinando as deficiências desse modelo americano, o senhor não acha que ele foi, no balanço geral, prejudicial à universidade?*

— Defendo o modelo americano, só que ele deveria ter sido implantado por completo. Da forma como ficou, acabou gerando um sistema híbrido americano-francês. E o corporativismo se fortaleceu. A departamentalização, na maioria das vezes, serviu a interesses pessoais, acima de situações de ensino. Nós não lutamos pela competência; lutamos contra o apadrinhamento, contra o 'filhotismo'.

— *O senhor tem sido um divulgador incansável da taxonomia numérica no Brasil. Qual a importância dessa metodologia de trabalho e em que ela aprimora a taxonomia clássica?*

— Ainda utilizo fundamentalmente a taxonomia clássica. Sem ela, seria impossível esta outra. Taxonomia quer dizer métodos para fazer grupos, o que em matemática vem a ser a teoria dos conjuntos, inventada pelo francês Galois, aos 18 anos, quando ele estava na prisão. Aliás, Galois morreu aos 20 anos, em duelo, por causa de uma moça. Na taxonomia numérica, o que se faz é quantificar ou valorizar os estados em que se manifestam os caracteres das espécies estudadas. Foi a grande saída da genética. Antes se filosofava em torno de como as coisas se originaram. O dia em que se quantificou — como fez Mendel, na genética, ou Sokal, pai da taxonomia numérica —, tudo mudou. Estava em Kansas como professor visitante, em 1957, época em que surgiu a taxonomia numérica. Como ouvinte, assisti às aulas de Sokal, um matemático austríaco, judeu, formado pela universidade de Pequim, que foi para Kansas como rabino e professor de biologia. Ele e o doutor Charles Michener resolveram estudar matematicamente um trabalho publicado por este último, daí originando a taxonomia numérica. Logo após a Segunda Guerra, muitos matemáticos desempregados procuravam desenvolver sua capacidade em outras ciências. A ecologia, por exemplo, passou a ser uma ecologia matemática e não apenas uma ciência construída à base de palpites e de poesia.

A taxonomia numérica, uma nova metodologia para investigação no campo das ciências naturais, ainda é pouco usada no Brasil. Nessa metodologia existe o problema da análise numérica, que se baseia em dois princípios: o da evolução — que usa os números para tentar estabelecer uma linha evolutiva — e o que estabelece números apenas para demonstrar que uma coisa é diferente de outra, sem procurar saber se uma coisa e outra têm um ancestral comum. O grande passo da biologia foi utilizar — como se faz em genética — valores numéricos para os caracteres. Se entendo que um caráter foi evolutivo — por exemplo, um indivíduo tinha quatro dedos e passou a ter três, dois e um —, posso colocá-lo numa determinada seqüência numérica: 0, 1, 2 e 3. De 0 a 1 é um passo; mas de 1 a 3 tenho um passo intermediário (2), que não posso pular. É assim que supomos que a natureza tenha progredido, através de sucessivos passos evolutivos. Isso foi particularmente desenvolvido por Sokal para a taxonomia genética e por Henning para a sistemática filogenética (cladística).

— *O senhor aumentou sua produção científica recentemente com o uso de computadores, não?*

— Comecei a trabalhar com computadores em 1980. Estou sempre aberto às novidades, em qualquer ramo. Os computadores me fornecem possibilidades de exame que não tinha antes. Por considerar que alguns métodos utilizados não são suficientemente claros, faço meus próprios programas. Atualmente estou desenvolvendo programas estritamente práticos, para que o estudante, mesmo desconhecendo matemática, possa trabalhar em alto nível matemático. O esforço que tenho dispendido no sentido de produzir programas voltados para a taxonomia numérica é para facilitar a vida do estudante. Forneço programas de graça para os alunos copiarem. Como já disse, prefiro trabalhar com estudantes, que serão os futuros professores e pesquisadores do país. Alguns professores, vendo que seus alunos resolvem problemas mais rapidamente que eles, ficam curiosos para saber o que existe dentro dos disquetes.

— *É muito difícil a publicação de trabalhos especializados em sua área?*

— Depois de anos, consegui finalmente publicar meu *Catálogo de Helictidae do Hemisfério Ocidental*, pela Smithsonian Institution. Atualmente está havendo no Brasil apoio para uma série de revistas, mas, na minha opinião, ele ainda é muito tímido. A produção científica brasileira já é maior que o espaço existente nessas publicações. Os grandes museus também não têm recebido o devido apoio. O Museu de Zoologia da USP em grande parte foi atrofiado; o Museu Nacional do Rio de Janeiro, nem ▶



O primeiro membro do grupo (da esquerda para a direita) é Heitor Gri-lo, um dos fundadores do CNPq. Na seqüência, José Lacerda de Araújo Feio (Museu Nacional), Hermann Lent (Instituto Oswaldo Cruz), Padre Jesus Santiago Moure e Hélio Belluomini (Instituto Butantan), durante palestra no III Congresso Brasileiro de Zoologia, realizado no Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1968.

se fale. Tenho esperança de que o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia vá para a frente.

É preciso apoiar revistas sérias, que tenham um corpo editorial formado por nomes expressivos. Se não for assim, vicejam as publicações menos sérias, que são uma vergonha para o país. Até mesmo em *Ciência e Cultura*, que é uma revista conceituada, são freqüentes erros de estatística nos trabalhos que veicula. É triste ver o que se tem publicado em algumas revistas de entomologia: fala-se de abelhas e mete-se no meio o nome de vespas.

— *E os seus catálogos?*

— Há o que já citei, publicado pela Smithsonian Institution. Há também um outro que a USP está prometendo editar. Ambos compreendem toda a bibliografia sobre abelhas, desde Lineu (1758) até nossos dias. Um trabalho que fiz pacientemente, lendo e anotando tudo. São aproximadamente 1.900 trabalhos originalmente publicados em revistas e livros. Minha vida inteira está nisto. Até hoje lamento a perda de um trabalho sobre a classificação de um grupo de abelhas sem ferrão distribuídas por todo o mundo, com interferências intercontinentais. Ele me foi roubado em Ribeirão Preto e apresentado oralmente em Munique. Isso foi completamente perdido.

— *Sabe-se que o senhor passou meses nos museus Britânico e de Paris fazendo fotos de material-tipo [material constituído dos exemplares que serviram de base para a descrição de uma determinada espécie], devendo ter registrado mais de 15 mil exemplares de insetos. Hoje isso está na UFPR. Em determinadas famílias de besouros, por exemplo, a universidade deve ter quase 70% dos exemplares-tipo cobertos, podendo-se ver hoje o exemplar que Lineu usou em 1758 para descrever a espécie. Como é que foi esse trabalho?*

— Ao observar meus slides, o diretor da seção de entomologia do Museu de Paris disse que eu estava levando a coleção do Museu de Paris para o Brasil. Respondi que estava levando tudo o que me era possível. Gastei mil dólares para comprar uma boa máquina fotográfica. Esse dinheiro saiu da Royal Society, que havia me convidado para fazer um estudo sobre as abelhas da região tropical em Londres. Pagaram-me generosamente e, com economia, pude fazer esses gastos. Durante o dia eu fotografava de 300 a 350 exemplares marcados com um número dentro do slide. À noite, com o material já revelado, passava todas as notas feitas durante o dia para cada um deles. Esse material está sendo aproveitado por pesquisadores dos museus brasileiros e é fundamental para quem trabalha com sistemática.

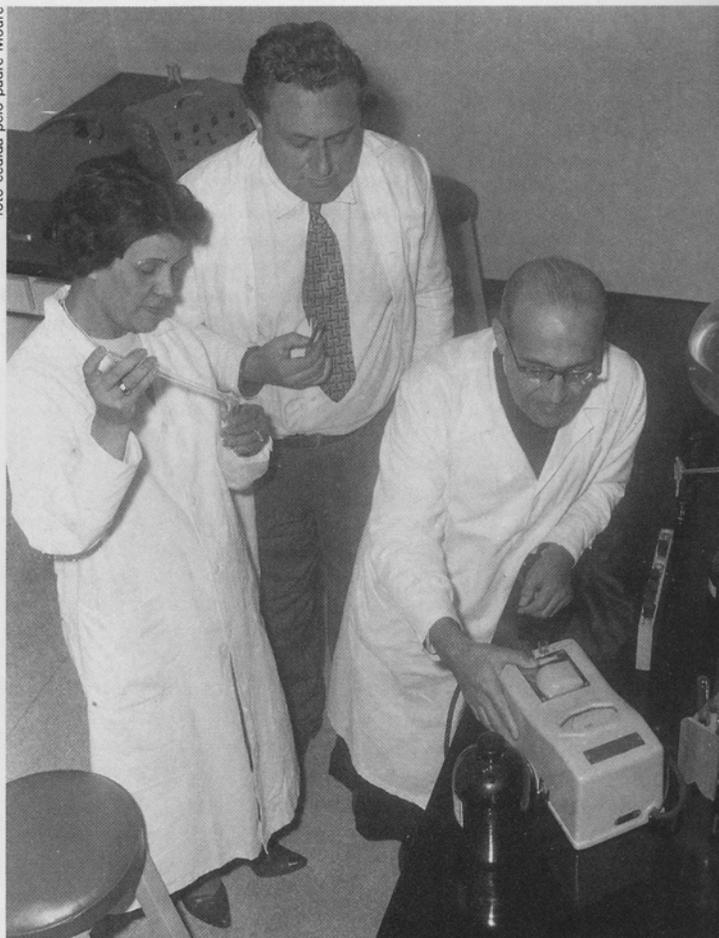
— *Esse tipo de levantamento e classificação é feito no Brasil?*

— Estive na Austrália em 1972 a convite da Academia de Ciências e lá visitei a National Collection, que engloba todos os animais da fauna australiana. A coleção inclui exemplares das espécies descritas na Europa, identificados por comparação com o tipo por especialistas australianos. Jamais fizemos algo semelhante no Brasil, à exceção das iniciativas individuais. Não temos uma coleção nacional, sequer uma lista dos animais do país já descritos. No XVI Congresso Brasileiro de Zoologia, realizado em janeiro deste ano em João Pessoa, propus que ao menos se fizesse uma listagem com a bibliografia fundamental dos animais brasileiros descritos. Pessoas de fora conhecem nossa fauna melhor do que nós mesmos. E o que é pior: ela está sendo extinta pelos desmatamentos e não há coletas sistemáticas.

— *Houve uma ocasião em que o senhor pensou em ficar definitivamente nos Estados Unidos. Como foi isso?*

— Quando voltei da Europa, em 1958, minha alma caiu aos pés: o Museu Paranaense havia sido desligado da universidade. Com isso, perdi minha biblioteca, minhas coleções, todos os meus instrumentos de trabalho. Tive dificuldades com empréstimos de livros que eu mesmo havia comprado. Era também muito complicado nessa época obter equipamentos. Diante da impossibilidade de ver as coisas se reestruturarem, fiquei tão desesperado que voltei aos Estados Unidos em 1959. Fui para Berkeley, onde

foto cedida pelo padre Moure



Padre Moure, Hans Jakobi e esposa.

tinha amigos. Eles haviam me convidado para trabalhar na Universidade da Califórnia com um salário mensal de 3.500 dólares. Já estava para assinar o contrato, quando o doutor Harry Miller, da Fundação Rockefeller, praticamente me obrigou a voltar ao Brasil, com uma simples pergunta: “O que você precisa para reconstruir o que perdeu?”. Como frade que fez voto de pobreza, eu não tinha noção de dinheiro e acabei pedindo 25 mil dólares. O Miller me disse depois que, se tivesse pedido um milhão de dólares, a Fundação Rockefeller teria me dado. Com a possibilidade de reconstrução, voltei e comeci a formar um grupo de pesquisadores que hoje é um dos melhores da América do Sul na área de zoologia. Este é o melhor patrimônio que estou deixando para o Brasil. Trabalhar em prol do nosso desenvolvimento

foi uma preocupação constante. Nesse sentido, conseguimos trazer ao país, através da Fundação Rockefeller e da Fullbright, pesquisadores de alto nível, como Michener (no período 1955-1956), Hurd (1958-1959) e Mitchell (1961-1962), dos Estados Unidos, e Sakagami (1963-1964), do Japão.

— *Como vê a influência de seus trabalhos no desenvolvimento da entomologia brasileira?*

— Os trabalhos que realizei no Brasil são bem conceituados em todas as partes do mundo. Tanto isso é verdade, que recebi do Museu Britânico um convite para ordenar sua coleção de abelhas. Museus dos Estados Unidos também têm me feito convites nesse sentido. Na Universidade de Munique, coloquei em ordem, em apenas três dias, cerca de 15 mil abelhas, a nível de gêneros, muitas a nível específico. Naquela época conseguia guardar uns quatro mil nomes de espécies de abelhas na cabeça, com data e autor.

Ao longo de minha carreira, contei com colaboração muito produtiva do doutor Charles Michener, da Universidade de Kansas. Juntos, publicamos alguns trabalhos que reformulavam totalmente alguns grupos de abelhas, como por exemplo as subfamílias Eucerinae e Exomalopsinae. Com o doutor Hurd, reformulei também, em nível mundial, em 1963, a classificação das abelhas perfuradoras de madeira (carpinteiras) do gênero *Xylocopa*. Preparávamos outros trabalhos, interrompidos por sua morte em 1983.

— *Qual a importância desse tipo de trabalho?*

— O trabalho de sistemática pode se refletir na ecologia. Tenho orientado trabalhos de pesquisadores que procuram saber, por exemplo, quais os polinizadores preferenciais de macieiras. Se eliminarmos a polinização das plantas, muitas deixarão de produzir sementes. Comecei a estudar os hábitos das euglossinas, por exemplo, belíssimas abelhas de língua comprida cujos machos visitam orquídeas. Iniciei esses estudos para colaborar na polinização natural, evitando-se a polinização manual da baunilha, que ocorre no México.

O conhecimento da natureza, em qualquer nível, traz benefícios para a ciência. Um conhecimento metodizado das abelhas, por exemplo, se reflete em nossa formação e no estudo da zoologia em geral. Um animal bem conhecido do ponto de vista anatômico, fisiológico, comportamental, é fonte de informação para o estudo de outros animais. O mesmo se aplica às plantas.

— *Não acha que a ecologia brasileira se ressentiu muito hoje de ciência básica?*

— A ecologia hoje no Brasil é um discurso quase exclusivamente político. Nossas áreas de preservação natural não são adequadamente protegidas. Quando o são, a entrada de cientistas no seu interior é extremamente dificultada. Não há um interesse genuíno em se resolver o problema da preservação de nossos ecossistemas. Muito ao contrário: tentou-se, por exemplo, resolver o problema da superpopulação marginalizada, assentando pobres na Amazônia, onde já está se criando um deserto.

Recentemente fiz um trabalho que superpunha rios e piuns [nome por que são conhecidos os borrachudos no norte do Brasil] na Amazônia. Algumas pessoas ficaram impressionadas com os resultados. Os piuns surgem inicialmente como larvas aquáticas, apresentando uma interação muito grande com o meio ambiente. Os levantamentos simultâneos das condições hidrológicas e

das características gerais dos insetos (morfológicas, fisiológicas etc.) são analisados numericamente. A superposição dos resultados obtidos nas análises numéricas dos dois levantamentos conduz ao mapeamento da incidência de diferentes espécies de piuns, em diferentes áreas. Não se havia imaginado até então que, ao estudar convenientemente os rios e os insetos, se poderia, ao final, dizer com certeza que na ilha de Maracá, por exemplo, se a água for assim ou assado, teremos as espécies x ou y. Isso resulta do exame matemático das coisas, dos problemas ecológicos, do ponto de vista da ciência básica. Ocorre que os pesquisadores hoje no Brasil estão de tal maneira postos de lado, que não conseguem realizar suas idéias nem formar quem dê continuidade a seus trabalhos na universidade. Eu, por exemplo, não consigo uma secretária para cuidar de detalhes burocráticos e operacionais de coisas afetas às minhas pesquisas.

— *Como vê os privilégios cada vez maiores de que goza a pesquisa tecnológica em nosso país, em detrimento de sua fonte, a pesquisa básica?*

— Nunca distingi claramente as duas coisas. Quem vai para a pesquisa aplicada tem necessariamente que ter uma base sólida. Do contrário, irá fazer pesquisa aplicada medíocre, sem ter uma visão de caráter global. A riqueza de nossa entomofauna é incrível. Pesquisas preliminares em regiões de florestas tropicais mostram que há um número impressionante de insetos desconhecidos. Aventou-se o número astronômico de mais de dez milhões de espécies para a entomofauna amazônica. Talvez ficassemos mais próximos da realidade se dividíssemos esse número por cinco. O que é conhecido e foi descrito por nossos pesquisadores não chega a um décimo dessa previsão. Continuamente encontramos espécies ainda não descritas, pois não há levantamento sistemático de nossa fauna e flora. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) deveria abrir suas reservas para pesquisa e facilitar o alojamento de pesquisadores. Deveria também manter, entre seus técnicos, especialistas na coleta e preservação de espécies para estudo. No fechamento de represas hidrelétricas, têm-se salvado algumas espécies, com grande alarde jornalístico. No entanto, pouco se pensa na possibilidade de um levantamento faunístico sério das áreas a serem inundadas, com o objetivo de preservar exemplares em nossos museus. Mais grave que isso são os desmatamentos e queimadas indiscriminadas com vistas à implantação de grandes projetos agropecuários e estradas, sem o devido acompanhamento científico. É por isso que quero destacar o trabalho imenso do doutor Carlos Alberto Campos Seabra e de alguns outros coletores brasileiros, que procuram fazer levantamentos por conta própria, já que nas universidades e museus não há recursos para tanto. O Carlos Alberto provou por A mais B que a entomofauna coletada no alto do Corcovado, no Rio de Janeiro, é maior do que a dos Estados Unidos e Canadá juntos. Durante uma viagem ao Rio, o I. Gorton Linsley, especialista em abelhas da Universidade da Califórnia, me disse: "O que você pegou de insetos aqui, em apenas uma hora, eu não pego em um ano no Estados Unidos." No entanto, estamos destruindo tudo isso, como aliás já fizemos com a Mata Atlântica, sem ao menos conservar espécies em museus. Aliás, os museus estão entre as coisas mais desprezadas pelos brasileiros. Há quem diga: "Museu é um lugar onde certos sujeitos ficam horas olhando o rabo de uma abelha." E pergunte: "Que é que você tanto olha aí nesse rabo?". Costumo responder: há tanta coisa nesse rabo... ■

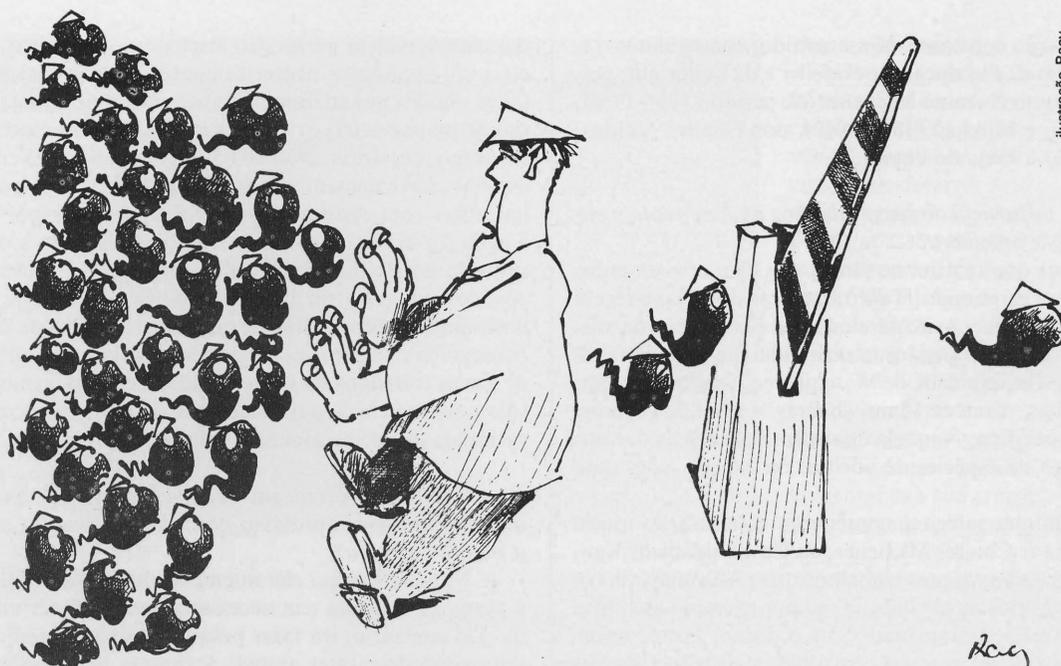


ilustração Racy

Ricardo Carneiro da Cunha Reis, do Rio de Janeiro, pergunta:
As notícias sobre o aumento demográfico na China ultimamente sumiram dos jornais e dos programas de televisão. Terá a população chinesa aumentado ainda mais? O governo de Pequim continua adotando medidas de controle da natalidade?

George Martine, consultor da Organização Internacional do Trabalho (Brasília), responde:

A transição demográfica apresentada pela China nos últimos 30 anos é, sem dúvida, a maior e mais rápida já observada na história do mundo, entre países de dimensões continentais. Tanto os níveis de mortalidade como de fecundidade caíram drasticamente entre 1950 e 1985. Esses declínios são particularmente notáveis tendo em vista o caráter basicamente rural da sociedade chinesa; até hoje, apenas 20% da população reside em áreas urbanas. Uma combinação atípica de planejamento centralizado com a execução flexível e descentralizada de programas foi fundamental para essa notável transformação demográfica. Nessa resposta à pergunta do leitor, enfocamos a queda da fecundidade chinesa, sua evolução e seus determinantes.

A fecundidade da população chinesa apresentou variações enormes no período 1940-1970. Antes da revolução de 1949, a Taxa de Fecundidade Total (TFT), que pode ser definida, *grosso modo*, como o número de filhos tidos por uma mulher de 50 anos, caso ela tivesse vivido os padrões cor-

rentes de fecundidade) flutuava em torno de cinco a seis filhos. Essa taxa aumentou nos primeiros anos da revolução, caiu drasticamente para 3,3 na 'famina' (aportuguesamento do fr. *famine*, fome) de 1958 a 1961, subiu ao nível recorde de 7,5 em 1963, para declinar gradualmente até o final da década de 1960.

Na década de 1970, o crescimento populacional já se constituía em motivo de preocupação oficial, em virtude da escassez crescente de terra e do desemprego provocado por mudanças na agricultura. Essa inquietação deu origem a medidas visando ao retardamento dos matrimônios, a um maior intervalo entre os nascimentos e, conseqüentemente, à redução global da fecundidade. Com isso, a idade média dos novos casais aumentou e a TFT caiu de 4,76 no primeiro quinquênio para 2,90 no segundo quinquênio da década de 1970. Embora excepcionalmente bem-sucedidas, as medidas utilizadas até então acabaram sendo consideradas insuficientes, pois a China se aproximava de uma população de

um bilhão. Além do mais, o *baby boom* do início da década de 1960 e seus prováveis impactos sobre o crescimento da população em idades reprodutivas faziam prever um aumento enorme no número de nascimentos para as décadas de 1980 e 1990, mesmo com a redução conseguida na TFT.

Assustados com essa perspectiva, os dirigentes chineses lançaram, em 1979, a política de controle de natalidade mais sistemática e mais estrita jamais vista. Resumida no lema de 'um só filho por família', essa política se traduziu em incentivos para casais que tivessem apenas um filho e em penalidades para aqueles que ultrapassassem essa norma. Embora nenhum documento qualificasse o planejamento familiar como compulsório, a pressão sobre os casais crescia. Entretanto, dado o caráter descentralizado dos programas chineses, a aplicação dessas normas era bastante variável. Sem dúvida, o programa atingiu seu auge em 1983, quando foram utilizadas medidas mais drásticas para tentar garantir o cumprimento da norma. Assim, a coloca-

ção de um dispositivo intra-uterino (DIU) tornou-se obrigatória para as mulheres que já tinham um filho, o aborto foi exigido no caso de uma gravidez não autorizada, e casais que já tivessem dois ou mais filhos foram esterilizados. Em consequência de tais medidas, alguns pais chegaram a matar filhas recém-nascidas para assegurar seu direito a ter um filho homem. No conjunto, tais medidas tiveram um sucesso extraordinário na redução da fecundidade: entre 1981 e 1985, o crescimento populacional foi de 14 milhões abaixo da meta proposta. Porém o seu caráter drástico gerou muito descontentamento, e foram até mesmo registradas violências contra os funcionários do programa.

Frente a essa crescente impopularidade e ao êxito obtido até então no controle de natalidade, o Comitê Central do Partido Comunista Chinês fez uma revisão de sua estratégia em 1984, tentando humanizar o programa. O Partido não abriu mão da política de um filho por casal, nem do objetivo de chegar ao ano 2000 com um máximo de 1,2 bilhão de pessoas; entretanto, os novos dirigentes do programa criticaram a rigidez anterior e procuraram maior flexibilidade na adaptação às necessidades de cada casal. Constatou-se que, por mais rígidas que fossem as medidas de controle, sempre se encontravam casais que haviam tido um segundo filho. Para tentar organizar e racionalizar essa realidade, criou-se um sistema de quotas por unidades locais, admitindo-se que até 10% dos casais rurais pudessem ter dois filhos. Isso beneficiou particularmente aqueles que haviam tido uma menina no primeiro parto. As minorias étnicas ganharam também maior liberdade na gestação de um segundo filho.

Em retrospecto, pode-se ver que a tentativa de manter metas relativamente rígidas ao lado de medidas populares e descentralizadas levou a uma certa ambigüidade na implementação da política de controle de natalidade entre 1984 e 1987. As projeções demográficas mostravam que, mesmo com medidas drásticas, era pouco provável que a China chegasse ao ano 2000 com apenas 1,2 bilhão de pessoas; por outro lado, as mesmas projeções indicavam que uma redução demasiado drástica da fecundidade teria eventualmente alguns efeitos indesejáveis, em termos da estrutura da população futura. Embora a necessidade estrutural de reduzir o crescimento continuasse a mesma, a impopularidade dos programas rígidos e a dificuldade em atingir as metas iniciais fizeram com que se pas-

sasse a trabalhar mais sobre os determinantes da motivação econômica da natalidade nos setores rurais e nos estratos mais pobres, do que a lhes impor sanções. Ou seja: procurou-se reduzir a demanda por filhos, reduzindo a causa dessa demanda. Na prática, tais mudanças de ênfase tiveram o efeito líquido de abrandar o controle de natalidade em algumas regiões, particularmente entre 1984 e 1986. A retórica oficial passou então a falar numa meta 'em torno' de 1,2 bilhão no ano 2000.

Em 1988, houve nova mudança no controle do programa, visando aparentemente a uma implementação mais estrita da política. O dirigente Wang Wei, associado à suavização do programa, foi substituído por Pang Peiyun, que assumiu imediatamente uma postura mais vigorosa frente ao planejamento familiar. Grande parte dessa mudança parece atribuível à preocupação causada pelos impactos do *baby boom* da década de 1960 sobre o crescimento da população em idades de maior reprodução. O número de mulheres entre 21 e 30 anos, que era de 80 a 90 milhões nos primeiros anos da década de 1980, deverá passar para mais de 110 milhões em 1990 e para 125 milhões em 1993. Se o número médio de filhos por mulher se mantiver igual, é óbvio que o número total de nascimentos sofrerá forte acréscimo. Já em 1986, o número de nascimentos era de 3,4 milhões *acima* do de 1985 (para fins de comparação, o número *total* de nascimentos no Brasil

nesse mesmo ano era em torno de 3,6 milhões). Para fazer frente a tal situação, as diversas instâncias do programa de controle de natalidade, a nível nacional e provincial, foram mobilizadas no sentido de promover uma campanha mais efetiva. O discurso oficial continua afirmando que o controle não é compulsório e continua enfatizando a necessidade de casar mais tarde e de ter filhos ainda mais tarde. A realidade, porém, é que os casais têm pouca liberdade na área de planejamento familiar.

Para o futuro, pode-se prever a continuação da política centrada na norma de um filho por família, sendo os dois filhos permitidos em alguns casos de setores e minorias. O tamanho da categoria de pais privilegiados com a opção de um segundo filho deverá aumentar ou diminuir de acordo com o êxito obtido no cumprimento da meta global. Desde seu início, a política de um filho por casal pretendia ser provisória: a intenção era reduzir drasticamente a fecundidade durante uma geração e depois voltar a adotar políticas mais flexíveis. Parece que esse momento ainda não chegou: a projeção mais recente da Organização das Nações Unidas (ONU) prevê uma população de 1.285 milhão no ano 2000 e de 1.493 milhão no ano 2025.

Por outro lado, a política populacional está sendo acossada por um fato demográfico inercial: vários e grandes coortes etários, nascidos na época do *baby boom*, estarão entrando na fase máxima do seu ciclo reprodutivo entre 1990 e 2000. Este fato já está imprimindo maior rigidez na implementação do programa e, fatalmente, deverá ser cada vez mais importante até 1995. De qualquer forma, a experiência negativa do início da década torna mais difícil a imposição de medidas mais drásticas; a propaganda e a educação seriam, assim, os principais instrumentos da campanha. Apesar disso, o número de abortos provocados já está em torno de 12 milhões ao ano! A necessidade de manter a motivação e o apoio político para o programa é grande, mas qualquer fracasso na sua implementação seria desastroso para os chineses. Resta ver, agora, como o novo contexto político afetará esse quadro. Terão os dirigentes mais cautela na implementação de medidas mais drásticas e impopulares? Ou o uso recente da força terá imprimido um estilo irreversível de atuação do Estado? Seja como for, há pouca probabilidade de que a China abandone seus esforços energéticos para reduzir seu crescimento demográfico num futuro previsível. ■

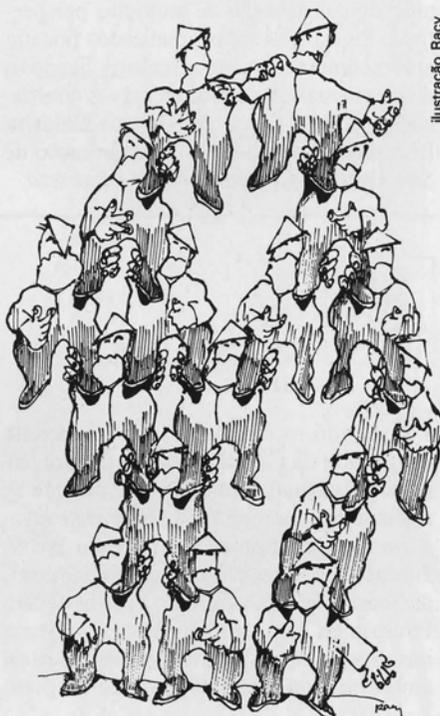


ilustração Racy



São Paulo: trabalhar e viver, de Vinicius Caldeira Brant (org.). São Paulo, Comissão de Justiça e Paz/Brasiliense, 1989. 256 pp.

Publicado este ano, o livro retoma os estudos sobre as condições de vida na Grande São Paulo realizados por solicitação da Comissão de Justiça e Paz da Arquidiocese de São Paulo. Os primeiros, reunidos sob o título *São Paulo 1975: crescimento e pobreza*, foram publicados em 1976, pela Loyola. Nessa primeira análise da deterioração das condições de vida e das dificuldades que marcam a vida de grande parte dos habitantes da região — a que apresenta o maior nível de acumulação de riqueza no país —, ficava claro o papel determinante do trabalho na organização da vida na cidade. Ali, é ele que define o tempo e o espaço: o processo de ocupação urbana, as linhas e a circulação dos meios de transporte coletivos, os horários de pico do trânsito, as inquietações, o estilo de vida. O próprio crescimento da população é determinado pela busca do trabalho: do aumento de 54,66% registrado entre 1970 e 1980, 27,8% se deveram à migração.

São Paulo: trabalhar e viver explicita as questões que já haviam sido tratadas em *São Paulo 1975: crescimento e pobreza*. Os verbos, presentes no título, reaparecem nos títulos dos capítulos: trabalhar, nascer, sobreviver, morar, ser só, ter medo e lutar em São Paulo. São questões humanas universais que, nessa imensa cidade, revelam nua e cruamente, pela força dos números, os custos humanos do estilo de desenvolvimento adotado.

São Paulo é observada da perspectiva do trabalhador, ou seja, da perspectiva da maioria de sua população. Em 1981, 81,1% dos habitantes economicamente ativos eram empregados e 14% trabalhadores autônomos; apenas 3,7% eram empregadores. Vem crescendo, nessa população, a participação das mulheres, que é tanto

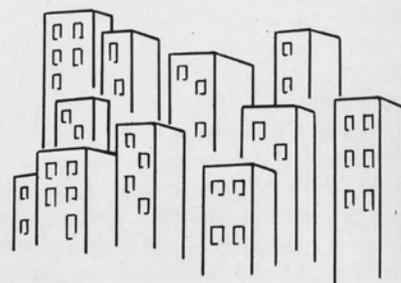
TRABALHAR E VIVER EM SÃO PAULO

maior quanto mais baixa é a remuneração da atividade. Trabalhar na cidade significa, para as mulheres, dupla ou tripla jornada de trabalho; para as crianças e adolescentes compelidos a exercer prematuramente uma atividade produtiva, a negação da possibilidade de brincar, ou mesmo de estudar ou de se preparar mais adequadamente para o exercício de profissões mais bem remuneradas; para os homens, em especial, grande probabilidade de sofrer acidentes de trabalho e contrair doenças profissionais; para o conjunto dos trabalhadores, extensas jornadas de trabalho acrescidas do longo tempo perdido no trânsito. Cotidiano fatigante e estressante.

Morar em São Paulo torna-se cada vez mais difícil. À solução da busca da periferia se junta a opção pelas favelas, que vêm ocupando principalmente áreas que precisariam ser preservadas: zonas de proteção dos mananciais, várzeas e encostas. As consequências dessas agressões ao meio ambiente, também elas, afetarão principalmente a qualidade de vida das camadas mais pobres da população. A dificuldade da conquista da casa própria vai negando ao trabalhador mais velho uma compensação pela redução das oportunidades de emprego e melhor remuneração.

A visão que se obtém da cidade é resultado da combinação de múltiplas perspectivas. Os estudos foram realizados por um grupo composto de pesquisadores ligados a diversas áreas do conhecimento. A coordenação ficou a cargo de Vinicius Caldeira Brant, que já participara da elaboração de *São Paulo 1975: crescimento e pobreza*.

Há, nessa reunião de imagens da vida do trabalhador, intensa utilização de informações estatísticas secundárias, que suscitam ou ilustram as interpretações propostas. A linguagem utilizada é correta: alia a precisão requerida na elaboração de textos científicos à simplicidade, evitando jargões técnicos e recursos de estilo. O texto torna-se, assim, acessível a um público não iniciado à linguagem das diferentes disciplinas nele envolvidas.



O livro pode, portanto, interessar os que se preocupam com questões de método e queiram exemplos de trabalhos que equacionem a integração entre teoria e pesquisa empírica ou revelem a não oposição entre quantidade e qualidade. Mas interessará, necessariamente, os que se preocupam com as questões humanas universais e com o modo pelo qual elas se expressam no cotidiano de uma cidade marcada por intensas contradições entre parcelas de sua população.

Maria Inês Rauter Mancuso

Senai — Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial



NA ESTANTE

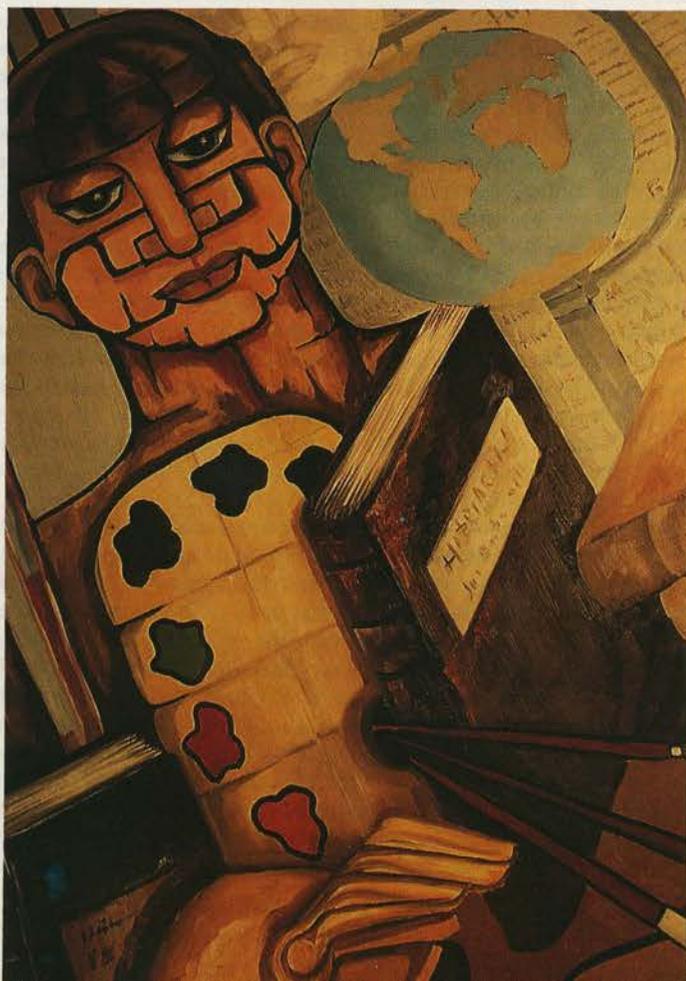
• Reunindo os trabalhos apresentados na II Jornada de Ciências Sociais da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que se realizou em maio de 1988, *História e ideal* é um livro em homenagem a Caio Prado Junior. A publicação conjunta da Unesp, da Secretaria de Cultura do Estado de São Paulo e da Editora Brasiliense apresenta nas suas primeiras páginas depoimentos de amigos e familiares sobre a vida do gran-

de historiador brasileiro. A sua obra é analisada por mais de 30 intelectuais divididos em cinco grupos temáticos: 'História econômica e política do Brasil', 'A questão agrária', 'O debate feudalismo e capitalismo', 'A revolução brasileira' e 'O conhecimento do Brasil'. Entre os anexos constam algumas cartas de Caio Prado Junior à sua mulher quando preso em 1935 e uma carta-telegrama de apoio ao historiador, escrita por intelectuais portugueses por ocasião de sua prisão em 1970. A organização desses escritos por Maria Angela D'Incao configura um painel abrangente da obra de Caio Prado, que colaborou imensamente para mudar a forma de se pensar o Brasil.

UEL

Pesquisa integrada com o homem e meio ambiente

A Universidade Estadual de Londrina entra na década de 90 conjugando, mais enfaticamente do que nunca, o verbo *pesquisar*. E faz isso respaldada numa realidade incontestável: a deterioração da qualidade de vida e a carência de novas fontes de recursos econômicos neste final de século são apelos incontestáveis para



que todos — indivíduos e instituições — participem da busca de alternativas a favor do homem e do meio-ambiente. Localizada em Londrina, Norte do Paraná, cidade pólo de uma região que aglutina aproximadamente quatro milhões de pessoas, a UEL entendeu, muito cedo, a necessidade de emprestar seu potencial tecnológico e humano à melhoria da qualidade de vida. Por isso, investiu seriamente em pesquisa e encontra-se preparada a aceitar todos os desafios. Pelo mesmo motivo, estrutura-se cada vez mais internamente e busca assegurar seu lugar no cenário nacional, através dos avanços de seus projetos de investigação científica. Criando órgãos como o Centro Integrado de Pesquisa e os Núcleos de Integração Tecnológica, Biotecnologia, Inovação de Química Fina e de Novos Materiais, entre outros, e buscando, ao mesmo tempo, maiores recursos através do reconhecimento dos seus projetos junto aos órgãos de fomento à pesquisa, a UEL vem conquistando seu espaço. Um espaço que já pode ser considerado expressivo para uma universidade que, com apenas 18 anos, já exporta tecnologia até para o exterior. É o caso, por exemplo, do projeto Clínica de Bebês, destinado ao tratamento da boca e dos dentes das crianças nos primeiros anos de vida e já adotado por cinco Estados brasileiros e três países sul-americanos. Centralizando seus projetos de pesquisa em áreas vitais como as de saúde e preservação do meio ambiente, passando pelas sócio-econômicas e culturais, entre outras, a UEL caminha junto com a comunidade do Paraná na busca de soluções para os mais sérios problemas regionais. E pode ser considerada um grande laboratório de pesquisas voltado essencialmente para as questões que interferem na qualidade de vida.



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

PRESENTE NO SEU DIA A DIA!

ARARA-AZUL-DE-LEAR AMEAÇADA

Em 1500, quando Pedro Álvares Cabral enviou a Lisboa algumas penas de araras da recém-descoberta Ilha de Vera Cruz, suas cores e tamanho causaram tanta impressão que membros da Corte passaram a se referir à Terra dos Papagaios. A expressão, segundo o historiador Varnhagen, chegou a constar de mapas antigos e salientava a grande diversidade de espécies da família dos psitacídeos — que reúne papagaios, araras, periquitos, maritacas, jandaias e afins — existentes na colônia. Há no Brasil 69 espécies diferentes de psitacídeos, distribuídos em 17 gêneros, o que faz do nosso país um líder mundial em termos de riqueza de espécies da família dos psitacídeos. Segundo o ornitólogo Helmut Sick, 15 espécies deste total são restritas ao território brasileiro.

A situação de algumas dessas espécies, porém, não é nada reconfortante. Da Lista Oficial das Espécies de Animais Ameaçadas de Extinção da Fauna Indígena, de 31.05.1973, preparada pelo extinto Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal, constam nove espécies e duas subespécies. Merece destaque, entre as primeiras, a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), que, durante 122 anos, permaneceu como um indecifrável enigma para os ornitólogos. Desde a sua primeira descrição, feita em 1856 pelo príncipe francês Charles Bonaparte, com base em exemplares oriundos de museus e zoológicos europeus, até a sua espetacular descoberta, em 1978, passou-se um longo intervalo sem que os pesquisadores conseguissem localizá-la em campo. Quem afinal efetivou a descoberta foram os ornitólogos Helmut Sick, Luiz Pedreira Gonzaga e Dante Martins Teixeira, surpreendendo a arara-azul-de-lear na região do Raso da Catarina, no nordeste da Bahia. Até 1978, porém, houve quem postulasse que não se tratava realmente de uma espécie nova, e sim de um híbrido de *A. hyacinthinus* e *A. glaucus*.

Se, por um lado, esta descoberta desfez uma dúvida de mais de cem anos, por outro revelou que a espécie se encontrava altamente ameaçada de extinção. A equipe de Helmut Sick detectou nesta expedição apenas 21 indivíduos. Em 1983, durante levantamentos realizados na área, o biólogo Carlos Yamashita registrou um número que variava entre 19 e 33 indivíduos. Pelas suas estimativas, a população total da espécie não seria superior a 60 animais.



foto: Luiz Claudio Marigo

A arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*) no Raso da Catarina, Bahia.

Foi, portanto, tendo em vista a insuficiência de dados sobre a biologia de *A. leari* que iniciamos em julho de 1988 um trabalho de pesquisa na região do Raso da Catarina. Administrada atualmente pela Fundação Biodiversitas, de Belo Horizonte, a pesquisa tem o apoio do Fundo Mundial para a Vida Silvestre e concentra seus esforços em obter informações sobre o comportamento e a área de atuação da espécie. Depois de sete campanhas de campo, os dados levantados revelam que a conservação da espécie não será uma tarefa fácil. De acordo com o censo realizado em maio passado, a população conhecida de *A. leari* é de 61 indivíduos. Cada animal mede aproximadamente 70 cm, do bico à ponta da cauda, e pesa cerca de 1 kg. Divididas em dois grupos, estas aves utilizam paredões ou talhados de arenito para pernoitar e, em determinada época do ano, também para se reproduzir. Diariamente, percorrem até 100 km em busca de alimentos.

O principal alimento da espécie são os cocos de licuri (*Syagrus coronata*) ou ouricuri, como é conhecido na região. As principais áreas de alimentação situam-se nos pastos de fazendas de gado bovino e caprino, cuja formação se faz a partir da eliminação da caatinga, à exceção destas palmeiras. Mas nem só de cocos de licuri

vivem estas araras. Entre outras fontes nutricionais estão o pinhão (*Jatropha pohliana*), as flores do sisal (*Agave* sp). Além desses vegetais, o milho (*Zea mays*) também é um produto alternativo para a espécie, consumido em larga escala em algumas épocas do ano. Tal fato permite pelo menos duas conclusões importantes: se, por um lado, revela certa plasticidade alimentar da espécie, por outro mostra que pode ser crítico o índice de disponibilidade de seu alimento natural. Some-se a isto a probabilidade de os proprietários das áreas frequentadas por estas aves virem a persegui-las, a fim de evitarem danos às suas culturas. Com um número tão pequeno de exemplares sobreviventes, a perda de um único indivíduo pode ser desastrosa para a espécie.

Parte dos estudos visa a determinar a disponibilidade do licuri ao longo do ano e sua produtividade em áreas distintas. O licuri é uma das 35 espécies de palmeira do gênero *Syagrus* e se acha abundantemente distribuído pelo território baiano. Na área de ocorrência de *A. leari*, essa palmeira não apresenta distribuição uniforme: em certos lugares, ocorre em 'manchas', cuja concentração pode alcançar 21 indivíduos por hectare, noutros a ocorrência é muito baixa ou mesmo nula. De um modo geral, o licuri

está disponível em todas as épocas do ano, embora tenhamos verificado que entre janeiro e março — período que coincide com a fase reprodutiva de *A. leari* — há uma oferta maior. A produtividade varia sazonalmente e de uma área para outra, o que influi diretamente sobre o número de araras que se alimentam num determinado local e na extensão do território que estas aves ocupam. No segundo semestre de 1988, um dos grupos de araras, com cerca de 25 indivíduos, utilizava, apenas para se alimentar, uma área de cerca de 140 km².

As araras deixam seus dormitórios com o nascer do dia e vão para as áreas de alimentação. Lá, buscam os pontos mais favoráveis para a captura de seus alimentos e a atividade de forrageamento ocorre principalmente entre seis e nove horas da manhã e entre 14 e 17 horas. O bando que chega a uma determinada área costuma se dividir em grupos menores, que se dispersam entre os pés dos licuris. Cada arara adulta consome, pelas nossas estimativas, cerca de 350 cocos por dia, o que equivale a aproximadamente 200 g de endosperma (a parte carnosa e branca do coco). Os indivíduos jovens, por gastarem maior tempo na manipulação dos cocos, consomem um número menor. Os pais regurgitam em favor dos filhos, complementando sua dieta.

No período mais quente do dia, entre 10 e 14 horas, grupos de duas a 20 aves podem ser vistos em árvores secas — de onde podem ter visão mais ampla da paisagem

— ou entre as folhas dos licuris, em repouso. Nesse período ocorrem também interações sociais: há os que se coçam isoladamente ou uns aos outros, há os que brincam e os que brigam; em determinadas épocas do ano, nestas horas do dia, ocorrem as cópulas entre os casais. Das 16 às 18 horas, as araras se reúnem para voltar a seus dormitórios. Por vezes algumas chegam bem depois do pôr-do-sol.

O estado de conservação de *A. leari* está comprometido por um elenco de fatores amplamente discutidos no I Encontro de Especialistas Para a Conservação da *Anodorhynchus leari*, realizado em abril, na Academia Brasileira de Ciências, no Rio de Janeiro. Entre os problemas discutidos estão as ações dos fazendeiros nas terras onde florescem os licuris. A maioria destas áreas sofre constantes queimadas para renovação das pastagens, o que influi negativamente na produtividade das palmeiras. Além disto, a utilização das plântulas e dos cocos de licuris como alimento para o gado bovino e caprino impede que nestas áreas haja uma natural renovação das palmeiras. Contribui para isto o fato de que estes animais, ao pisotear o solo, o tornam compacto, dificultando o desenvolvimento vegetal.

Outro problema é a falta de reservas que de fato protejam as araras. A Estação Ecológica do Raso da Catarina, criada pelo decreto nº 88.268, de 3 de janeiro de 1983, conta com uma área de 99.772 hectares e,

ainda que extensa, não foi planejada para a proteção dessas aves. A estação abrange um único ponto de reprodução e repouso das araras e, além disto, não está definitivamente implantada. Só existe no papel. Toda a área de alimentação das araras e o outro local que elas elegem como dormitório estão nas mãos de particulares e a criação de uma nova reserva é praticamente impossível porque o impacto social decorrente desta medida seria muito elevado.

A diminuição das araras em face das matanças e capturas é mais um problema grave que põe em risco a sobrevivência da espécie. Ainda hoje há quem atire nas araras por puro divertimento. E há quem capture exemplares desta espécie, visando a atender às demandas do mercado clandestino de aves (por encomendas de criadores particulares ou de zoológicos estrangeiros). Daí a necessidade de uma fiscalização eficiente e de programa de conscientização dos moradores desta região.

Diante de tantas dificuldades, nossa equipe considera urgentes algumas medidas para salvar esta espécie da extinção. É preciso assegurar, a longo prazo, os recursos alimentares nas áreas atualmente habitadas pela *A. leari*, com o plantio de novos pés de licuri. E proteger os dormitórios existentes (compra destas terras, efetivação de reservas). Além disto, seria eficiente adotar medidas de incentivo aos proprietários das terras freqüentadas pelas araras para que eles colaborem na sua proteção. É fundamental também a implementação de um programa de conscientização ambiental, em que a *A. leari* poderia servir de bandeira para uma campanha de conservação da fauna e flora da caatinga.

Os recursos necessários para a efetivação dessas medidas ainda não foram obtidos. Para tanto, contamos com o apoio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e da Fundação Biodiversitas, aos quais caberá a tarefa de sensibilizar pessoas, empresas e outras entidades para a importância da proteção destas aves. Apesar de todos os problemas aqui apresentados, há fatos positivos, como por exemplo a surpreendente receptividade do projeto pela população local. O que nos leva a encarar com otimismo a possibilidade de se conservar este notável endemismo brasileiro.

**Ricardo Bonfim Machado e
Alexander Brandt**

Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte

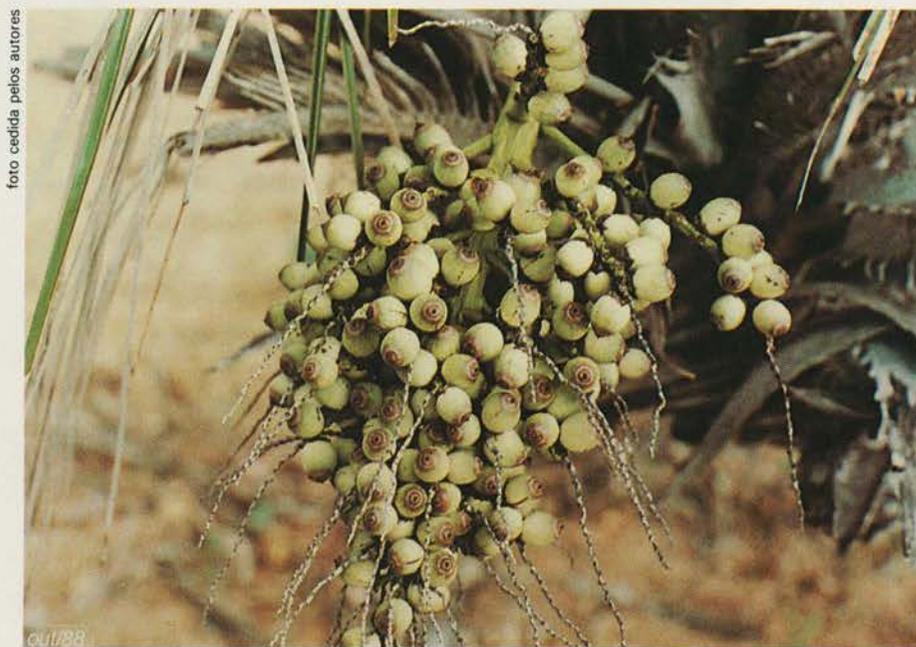


foto cedida pelos autores

O principal alimento da espécie é o coco de licuri (*Syagrus coronata*).

ALÉM DAS 200 MILHAS

Após longas negociações entre os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU), foi assinada em 10 de dezembro de 1982, em Kingston, Jamaica, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, que estabelece, entre outros pontos, os critérios para a determinação do bordo exterior da plataforma continental dos Estados costeiros além das 200 milhas. Até o momento, o documento foi ratificado por 42 países, entre eles o Brasil, que aderiu à convenção em 22 de dezembro de 1988. A expectativa é de que num prazo de aproximadamente três anos seja obtida a 60ª ratificação, a partir da qual serão contados 12 meses para que o documento possa entrar em vigor. O Brasil terá então dez anos para delimitar sua plataforma continental e submeter a proposta à aprovação da ONU.

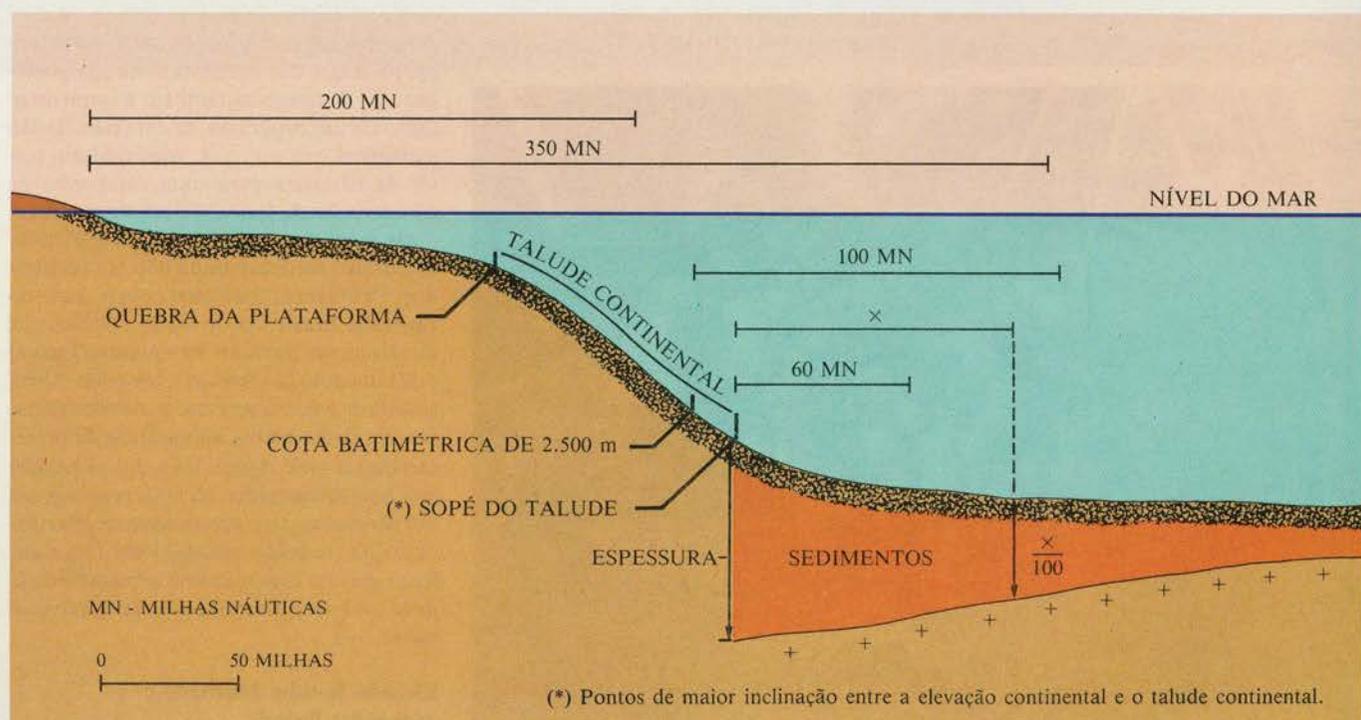
No documento foram definidos três conceitos: o de plataforma continental, mar territorial e zona econômica exclusiva. Por decisão unilateral do governo brasileiro, através do decreto-lei nº 1.098 de março de 1970, o nosso mar territorial hoje é de 200 milhas náuticas, área onde o Brasil exerce direito de soberania irrestrita. Segundo a convenção, porém, "todo Estado

tem o direito de fixar a largura do seu mar territorial até um limite que não ultrapasse 12 milhas marítimas, medidas a partir de linhas de base". O conceito de zona econômica exclusiva se refere à exploração, pelos Estados costeiros, dos recursos vivos e não vivos do oceano e dos fundos marinhos dentro do limite de 200 milhas contadas a partir das linhas de base. Com as novas definições, mesmo que o Brasil tenha o seu mar territorial reduzido para 12 milhas, o seu direito de exploração sobre os recursos marinhos continuará preservado até as 200 milhas náuticas. No entanto, o que mais interessa no momento aos Estados costeiros é a delimitação de suas plataformas continentais — que compreendem o leito e subsolo das áreas submarinas — que, pela convenção, poderão ultrapassar em alguns trechos o limite das 200 milhas náuticas. No caso brasileiro, tal demarcação permitirá incorporar uma área marítima considerável ao nosso território, onde o país terá soberania sobre os recursos minerais dos fundos marinhos.

Os dois princípios que regem a definição do limite externo da plataforma continental são meramente técnicos, baseados em dados geomorfológicos e batimétricos. Um

deles estabelece que o limite externo será no máximo de 60 milhas medidas a partir do pé do talude continental — parede de declividade acentuada, que mergulha da extremidade da plataforma para os abismos oceânicos. O segundo critério define que o bordo exterior será delimitado por meio de uma linha traçada com referência aos pontos fixos mais exteriores, em cada um dos quais a espessura das rochas sedimentares seja pelo menos 1% da distância mais curta entre esse ponto e o pé do talude continental (figura 1). As áreas a serem demarcadas poderão seguir um ou outro critério de acordo com os interesses de cada país. Porém, em qualquer um dos casos, a plataforma continental não deverá exceder 350 milhas contadas desde as linhas de base do litoral ou cem milhas a partir da isóbata — linha que une pontos de mesma profundidade — de 2.500 m.

A determinação do bordo exterior de nossa plataforma vem sendo realizada desde abril de 1987 pelo programa Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (Leplac), conduzido e financiado pela Comissão Interministerial de Recursos para o Mar (CIRM). Uma subcomissão da CIRM, formada por representantes dos mi-



Fonte: DHN - Ministério da Marinha

Fig.1. Na figura, estão esquematizados os dois critérios possíveis para delimitar a margem continental.

nistérios das Relações Exteriores, Marinha, Minas e Energia, Educação e Ciência e Tecnologia, ocupa-se da definição das diretrizes gerais para a delimitação da plataforma continental, enquanto um comitê executivo, composto por membros da Petrobrás, Departamento Nacional de Produção Mineral, Secretaria da CIRM, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) do Ministério da Marinha e representantes da comunidade científica, trabalha para dar cumprimento a tais diretrizes.

O levantamento organizado pela CIRM previu na sua programação inicial o uso de dois navios da DHN para a coleta de dados geofísicos e batimétricos ao longo de 34 mil km de perfis — faixas perpendiculares em relação ao litoral — no oceano Atlântico. Desde junho de 1987 até dezembro de 1989 foram realizadas seis comissões do Leplac — quatro pelo Navio Oceanográfico *Almirante Câmara* e duas pelo Navio Oceanográfico *Álvaro Alberto* —, que levantaram os 34 mil km previstos. Cada saída, com permanência de três meses no mar, representou um custo de 35 mil dólares por mês para cada navio. O processamento das informações começou simultaneamente à coleta. No entanto, a interpretação dos dados ainda continua e o término está previsto para o final de 1991. O programa inclui também a elaboração de documentos cartográficos que, no futuro, serão depositados na ONU pelo governo brasileiro para o reconhecimento oficial de nossa plataforma continental. Ainda há outra atividade de extrema importância a ser desenvolvida pela CIRM, que consiste na determinação das linhas de base do litoral que dão origem a todos os limites marítimos definidos na convenção.

Os dados levantados até agora já permitem estimar que áreas como o cone do Amazonas, o litoral da Bahia até o Espírito Santo e do Rio de Janeiro para o Sul excederão o limite das 200 milhas (figura 2). Em alguns trechos — como o compreendido entre Salvador e Fortaleza — onde, por quaisquer dos dois critérios, o bordo demarcado ainda situa-se aquém das 200 milhas, prevalecerão as próprias 200 milhas convencionadas.

A convenção estipula que os recursos minerais dos fundos marinhos são considerados patrimônio geral da humanidade e, portanto, só poderão ser explorados na medida em que os benefícios resultantes de tal atividade possam ser aproveitados por todos. Grandes potências, como os Estados Unidos e países da Europa Ocidental, não

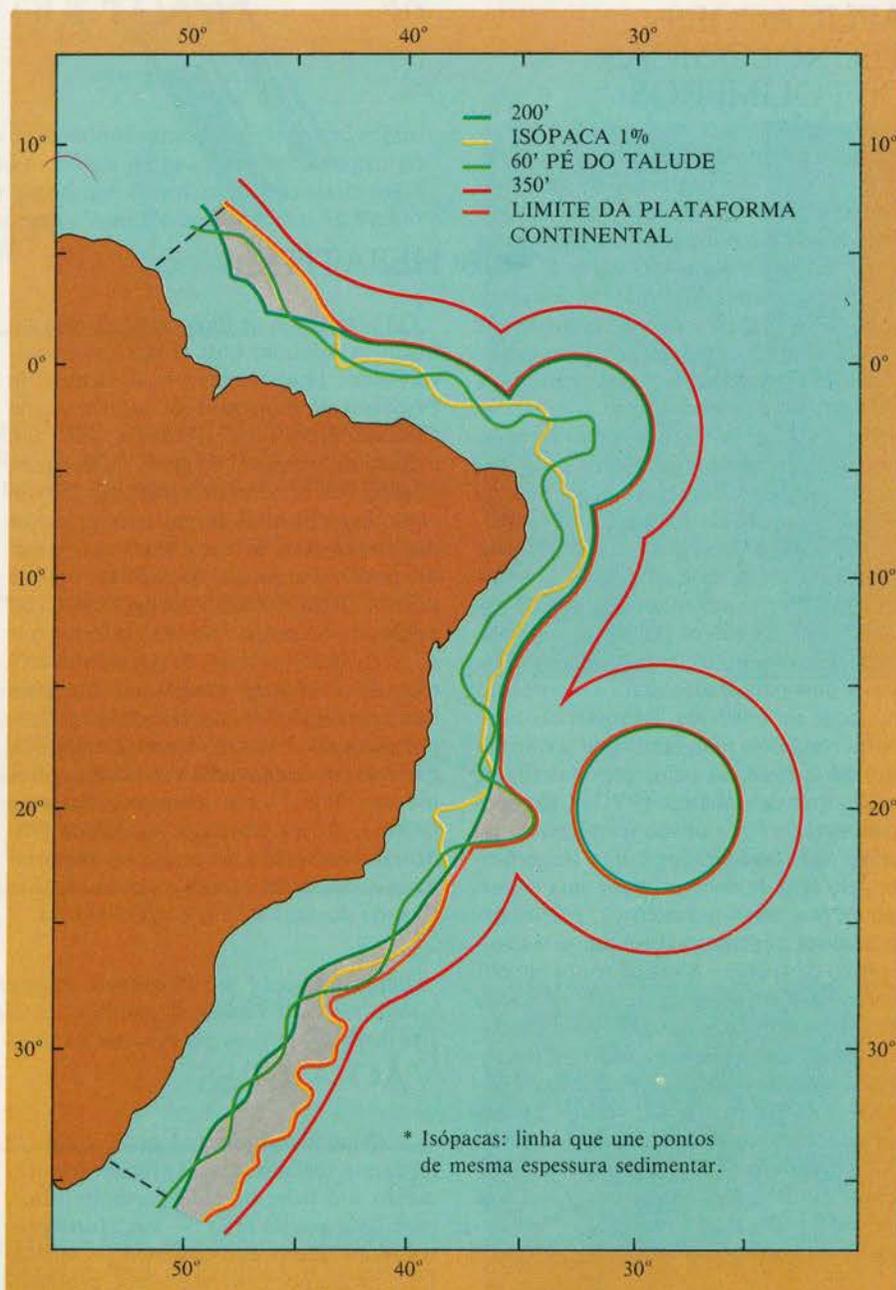


Fig. 2. As áreas em cinza correspondem às prováveis extensões da plataforma continental brasileira além das 200 milhas.

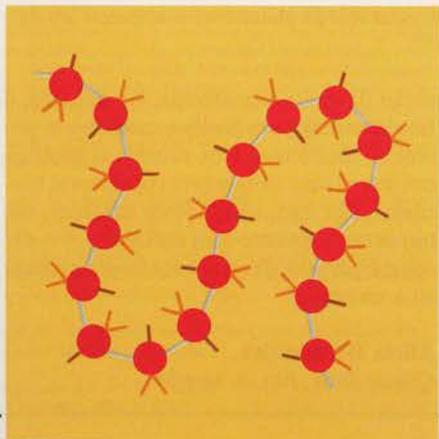
aprovaram a convenção por considerarem que em alguns trechos, como o acima citado, ela agride o princípio da livre iniciativa. Faltam apenas as ratificações de 18 nações para que o documento possa entrar em vigor. Apesar de se reconhecer a importância de existir um instrumento jurídico, como a convenção, que defina claramente os direitos de cada país sobre o mar, nada garante que esta, uma vez ratificada, seja respeitada por quem não a aprovou. A defi-

nição de nossa plataforma, no entanto, é fundamental para melhor conhecer o potencial econômico e os processos geológicos que atuam na margem continental brasileira. Por isso, não se pode esquecer, tão importante quanto esta definição é o desenvolvimento de uma tecnologia submarina nacional.

Alicia Ivanissevich
Ciência Hoje, Rio de Janeiro

APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DE POLÍMEROS

O Laboratório de Óptica e Espalhamento de Luz do Departamento de Física da UFMG executa dois projetos na área de polímeros (plásticos especiais de engenharia cujas moléculas são constituídas de motivos repetidos um enorme número de vezes). O primeiro deles é o desenvolvimento de um aparelho de medida de coeficientes piezoelétricos (resposta elétrica do material a um estímulo mecânico). Esse tipo de medida permite obter informações sobre as transições de fase dos polímeros. O segundo projeto é a implantação da técnica de correntes termoestimuladas com o objetivo de estudar processos de relaxação, além das transições de fase. A ênfase dos dois projetos, ambos em adiantada fase de desenvolvimento, são os polímeros ferroelétricos semicristalinos, cuja parte cristalina possui uma polarização elétrica espontânea que pode ser invertida. Os materiais estudados compõem uma família de polímeros fluorados formada pelos copolímeros de polifluoreto de vinilideno (PVDF). Do ponto de vista da física fundamental, esses materiais são considerados muito importantes pelo fato de apresentarem uma transição de fase ferro-paraelétrica, propriedade análoga à encontrada em número significativo de cristais. Além disso, os copolímeros possuem vasto campo de aplicação tecnológica, que se estende desde a produção de materiais para telefonia — microfones, fones de ouvido e teclados, entre outros —, passando por materiais de aplicação médica, como aparelhos para medir fluxo sanguíneo, pressão, ritmo cardíaco e transdutores para ultrassonografia, até aplicações militares, a exemplo dos sensores de infravermelho.



HEPATITE B

O Laboratório de Biologia Molecular do Instituto Adolpho Lutz (IAL) está desenvolvendo, juntamente com o Centro de Pesquisas em Biotecnologia do Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da USP, um projeto de clonagem de genes do antígeno de superfície do vírus da hepatite B. Do trabalho experimental devem resultar métodos diagnósticos bastante sensíveis e, a médio prazo, a produção de vacinas contra a doença. João Renato Rebello Pinho, responsável pelo projeto no IAL, informa que os cerca de 250 milhões de portadores crônicos da doença no mundo encontram-se tanto em regiões de endemicidade baixa — por exemplo, Europa, América do Norte, parte da América Latina e Austrália — como em alta — por exemplo, Extremo Oriente, África Central e Amazônia Ocidental. No Brasil a porcentagem de portadores crônicos da doença varia de 1% (Rio Grande do Sul) a 15% (região Norte).

CIENTISTAS DO RIO VÃO À URSS

— Quando todos os países do mundo se tornarem socialistas, será preciso que pelo menos um deles permaneça capitalista... para fixar preços reais. — Essa frase provocadora do economista soviético Leontiev foi repetida por Guri Martchuk, presidente da Academia de Ciências da União Soviética, para a delegação de cientistas do Rio de Janeiro, que visitou em dezembro último aquele país.

Os cientistas fluminenses testemunharam outros exemplos mais concretos de mudanças políticas e econômicas por que passa atualmente a União Soviética. A visita foi liderada pelo secretário de ciência e tecnologia do Rio de Janeiro, José Pelúcio Ferreira, e incluiu cinco pesquisadores de diferentes instituições científicas do estado. A comitiva visitou inúmeros institutos da Rússia e da Ucrânia, assinou dois acordos

de cooperação científica — com as academias de ciências da União Soviética e da Ucrânia —, e propôs a realização já em 1990 de seminários binacionais em matemática e computação científica, ciências dos materiais e neurociências.

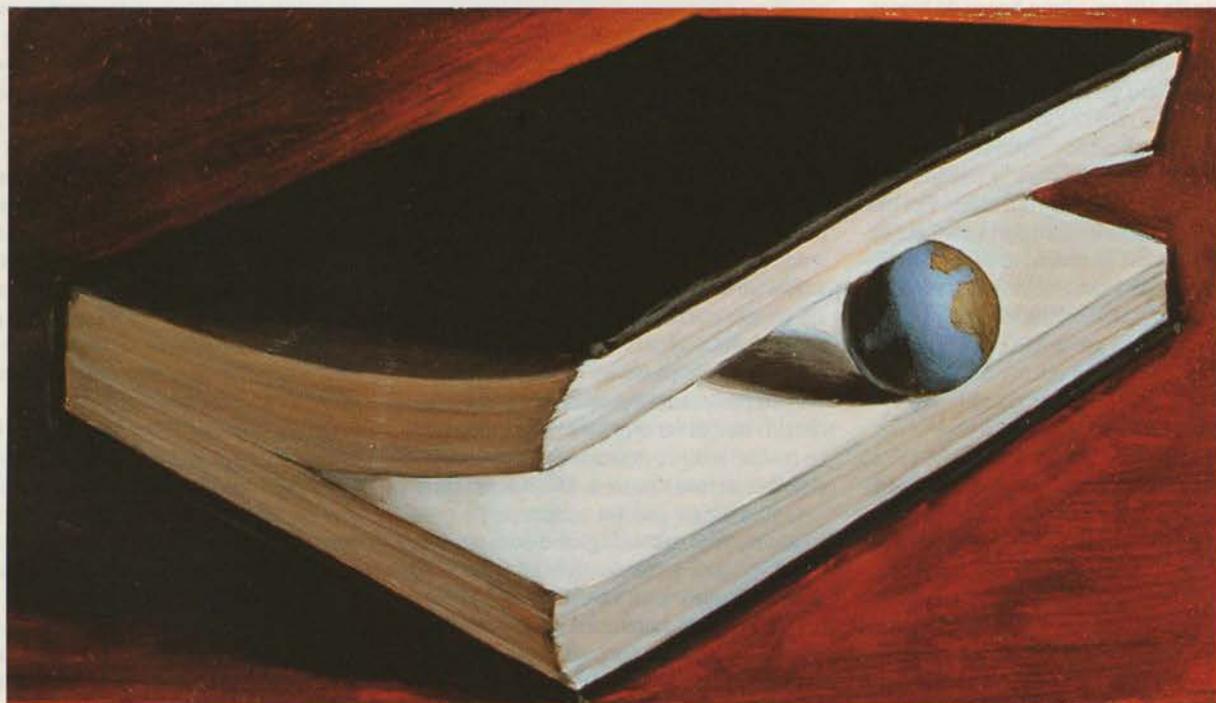
Martchuk atribuiu grande importância à delegação fluminense. A tal ponto que lhe fez um pedido muito especial (e polêmico): transmitir ao governo federal a proposta de criação de um centro internacional de pesquisas científicas sobre a Amazônia, dirigido pelos brasileiros e aberto aos cientistas do mundo todo. “Um meio concreto de resistir às pressões pela internacionalização da Amazônia, internacionalizando a obtenção de informações científicas sobre a região”, disse.

A intensificação do intercâmbio que a visita dos pesquisadores fluminenses provocará certamente resultará em programas científicos conjuntos entre o estado do Rio e a União Soviética, e representa bom exemplo das grandes possibilidades abertas com a descentralização das iniciativas em política científica, acentuada com a criação das secretarias estaduais de c&t e das fundações de amparo à pesquisa de vários estados da federação.

RECURSOS PARA A LEISHVACIN

A pesquisa da vacina anti-leishmaniose, denominada Leishvacin e desenvolvida pelo professor Wilson Mayrink, do Departamento de Parasitologia do ICB/UFMG, recebeu recursos de 86 mil BTN's provenientes de convênio assinado entre a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa da UFMG (Fundep) e a Fundação Banco do Brasil. O convênio permitirá o estudo experimental da imunoproteção de cães contra a leishmaniose visceral e tegumentar, e viabilizará a construção de um biotério de cães no ICB. Primeira vacina desenvolvida contra um protozoário, a Leishvacin começou a ser pesquisada pela equipe da UFMG desde 1971, tendo apresentado em 1980 proteção em torno de 80% contra a doença em testes realizados com material humano. Purificada experimentalmente este ano, apresentou 75% de proteção em modelo animal. Sua produção industrial está a cargo da Biobrás, maior produtora de insulina da América Latina. A leishmaniose, cujos maiores focos se concentram na região Norte, vitima cerca de 27 mil brasileiros.

GLOBO CIÊNCIA. UMA EXPERIÊNCIA COM REAÇÃO EM CADEIA INTERNACIONAL.



A experiência começou há cinco anos.

Quando a Fundação Roberto Marinho criou e desenvolveu uma fórmula para divulgar as inovações científicas e tecnológicas brasileiras, estimulando novas gerações de pesquisadores.

A reação não poderia ter sido melhor.

Em pouco tempo, ela cruzou fronteiras. Com programas veiculados em quase toda a América Latina e nas nações africanas de língua portuguesa. Com exposições nos horários

nobres da Rádio Televisão de Portugal.

Nos últimos meses a reação se propagou com vários prêmios internacionais: Menção Honrosa na SCI-TECH'89, Mostra de Vídeos Científicos, em Bristol, Inglaterra; premiação no I Concurso Latino-Americano de Jornalismo Científico, em Bogotá, Colômbia 89; e Menção Especial no Concurso Internacional de Audiovisual Científico, em Paris, França, agora em 90.



C&T MERECE MINISTÉRIO?

Ao deixar em janeiro, após profícua gestão, a direção da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o físico Luiz Pinguelli Rosa condenou o 'movimento pendular' a que tem sido submetida a área de ciência e tecnologia no Brasil, conformada ora a ministério, ora a secretaria especial. "Essa gangorra", disse ele, "parece uma brincadeira que nos deixa a todos perplexos".

Esse sobe e desce assusta. Revela incerteza, incompreensão e insensibilidade ante um assunto capital no mundo moderno. Será que ainda temos o direito de duvidar da importância da c&t em pleno *boom* da biotecnologia e dos novos materiais? Por quanto tempo mais o imediatismo e o casuismo vão impedir o nosso governo de olhar um palmo adiante do nariz? Quando, enfim, vamos concentrar vontade política e inteligência no que é decisivo para a nação?

A gangorra já esteve lá em cima. Foi baixada sob protestos unânimes. Agora em dezembro, quando já ninguém esperava, colocaram-na lá em cima de novo. Pouco importa se por razões conjunturais ou oportunistas. Pois se a gangorra retornou à posição superior, que lá permaneça. É o melhor lugar para se cuidar de c&t. A experiência já provou isso.

Em janeiro de 1989, o MCT não foi só rebaixado. Foi extinto, por suposta medida de economia, e, de fato, agregado ao Ministério da Indústria e Comércio. Pôs-se no mundo, então, um Frankstein chamado Ministério do Desenvolvimento Industrial, Ciência e Tecnologia, incongruente até no nome, pois sugeria o carro na frente dos bois — o desenvolvimento industrial antes da c&t, que o impulsiona. Felizmente, graças à firme reação da comunidade científica e do Congresso Nacional, o monstro teve vida curta. Não logrou revoar na prática a Lei de Informática e demolir a política do setor, como pretendia.

O mesmo pretexto usado naquela página infeliz da nossa história volta, agora, à cena. O MCT não deve existir, pois assim cortam-se despesas e mordomias. O remédio proposto é reduzi-lo, outra vez, a secretaria especial. Ora, se alguém se desse ao trabalho de examinar os fatos, veria que o MCT, compacto e com pequeno quadro de servidores, revelou alto grau de eficiência e produtividade, em comparação com dinossauros tradicionais da administração

federal. Veria, por exemplo, que só o gabinete do Ministério da Indústria e Comércio, no instante da malfadada 'fusão', tinha mais gente que todo o MCT.

O *status* de secretaria especial mal ajudou a manter o sistema. Foi impotente para lutar por um orçamento de c&t minimamente razoável. As verbas jamais despençaram como nos últimos dez anos. Se era essa a economia almejada, sem dúvida foi atingida. O saldo concreto é que, em menos de um ano, perdeu-se muito e não se ganhou nada. Tanto que, no apagar das luzes, a saída foi retroceder e reconhecer a importância e a utilidade do ministério, ainda que para justificar créditos externos e outros lances de ocasião. Afinal, os centros internacionais sabem avaliar as estruturas governamentais.

Allega-se hoje, como alegou-se ontem, que ser ou não ser ministério é mera questão formal. Não o é. Neste caso, como em outros, a forma pode definir o conteúdo. E diminuí-lo.

É o que talvez se queira fazer, de novo, agora sob outras desculpas. Já vimos este filme e a indigência que ele traz. Não podemos aceitar passivos a sua reprise, pois ela certamente será piorada — não na aparência, que disso o próximo governo parece cuidar muito, mas nas suas consequências desastrosas para a c&t no Brasil.

O que o país precisa esclarecer, o quanto antes, sem subterfúgios e com absoluta limpidez, é se atrás da questão formal não se estará, mais uma vez, tentando eliminar conquistas fundamentais e relegando para segundo plano o esforço de capacitação nacional em c&t. Fora desse esforço, ainda não se inventou melhor fórmula para alcançar desenvolvimento efetivo e sustentado, maior competitividade internacional e integração na economia mundial em condições dignas e vantajosas.

Nunca é demais repetir que a pesquisa científica e tecnológica é o eixo do progresso e da prosperidade no mundo moderno. Sempre e quando lhe garantem prioridade real e apoio de longo alcance, ela produz resultados sólidos e estimulantes. Quem desconhece isso está fora do mundo ou mal-intencionado. Em países continentais e sedentos de múltiplo desenvolvimento, como China e Índia, o MCT não é só ministério, é coordenador de ministérios. Está no centro das decisões estratégicas.

O Japão, vanguarda do avanço tecnológico, tem o poderoso MIT, conglomerado de ministérios, entre os quais o de C&T, considerado essencial para o desempenho dos demais.

No Brasil, todos os ministérios têm seus setores de c&t, não raro duplicando e até triplicando ações. Seria bem mais racional que esses trabalhos fossem coordenados pelo MCT, cuja principal incumbência é executar a política global da área.

E para tirar todo o proveito das atividades de c&t, nada mais natural que reunir sob um mesmo ministério a pesquisa nuclear, basilar, e as questões de propriedade industrial entrelaçadas com a pesquisa científica e tecnológica. Tancredo Neves previu isso ao criar o MCT, mas seu plano, nesse ponto, não foi cumprido.

Definir e executar uma política consequente de c&t implica, necessariamente, pensar grande e ter os olhos na linha do horizonte. "A mais importante responsabilidade de qualquer sociedade livre é assegurar seu próprio futuro", escreveu há pouco no jornal *The Scientist* o professor Martin Apple, da Universidade da Califórnia, envolvido com planejamentos de longo prazo. Ele estima, pelo andar da carruagem, que em 1995 os Estados Unidos precisarão de 300 mil novos professores qualificados de matemática e ciências, e que em breve os matemáticos poderão ser considerados espécie em extinção naquele país, o que provocará graves seqüelas econômicas no ano 2000.

E nós, que estamos reduzindo as universidades a escombros e sucateando patrimônios científicos que levamos décadas para construir? Onde estaremos no ano 2000?

O físico Rogério Cerqueira Leite tem razão. Está cada vez mais difícil comprar pacotes tecnológicos. Para sair da letargia, o Brasil terá que investir maciçamente em c&t. E esse programa radical só poderá ser realizado com toda a garra governamental e por uma boa estrutura de primeira linha, e não de segunda. Ou seja, com um bom ministério. Superior a ele, só um superministério. Que, aliás, seria o ideal. Daria à c&t o mais alto nível político-administrativo e o máximo de instrumental, para iniciar a obra do século XXI neste país.

Renato Archer

Ex-ministro de Ciência e Tecnologia

Os brotos da nova geração.



A tecnologia desenvolvida pela Copersucar está fazendo brotar uma nova geração de cana-de-açúcar. E os caminhos apontam para uma nova era: a era da Engenharia Genética.

Trabalhando nos laboratórios, em tubos de ensaios, utilizando embriões e células de plantas, a Engenharia Genética e a Biotecnologia buscam combinar somente os aspectos desejáveis das espécies em estudo.

Um exemplo é a identificação de gens da cana responsáveis pelo teor de sacarose e resistência a determinadas doenças. Este trabalho representa a possibilidade de se reduzir custos e se obter variedades mais produtivas e resistentes.

Para a agricultura brasileira, o domínio dessa técnica significa caminhar junto aos países mais desenvolvidos do mundo.

Para a Copersucar é a determinação e o desempenho da maturidade empresarial. Que faz brotar da tecnologia brasileira o respeito internacional. Safra após safra.



COPERSUCAR

A PESQUISA A SERVIÇO DA QUALIDADE DE VIDA



Saúde, alimentação e ecologia.

A discussão destes temas deixou de ser exclusivamente acadêmica, para se incorporar ao cotidiano do cidadão. Preocupado também com a qualidade de vida de quem desfruta.

Os dezesseis institutos de pesquisa da administração direta do Estado de São Paulo trabalham visando atender às necessidades básicas da população. Ao mesmo tempo em que desenvolvem projetos de alto rigor científico.

Na análise da qualidade de alimentos e remédios, por exemplo.

Na produção de soros e vacinas.

Em pesquisas sobre reflorestamento.

Ou ainda em projetos agrícolas que elevam a produtividade no campo.

O recém-criado Consip - Conselho das Instituições de Pesquisa do Estado de São Paulo vai ampliar ainda mais a atuação destes centros, integrando-os às universidades e aos outros órgãos estaduais de ensino e pesquisa.

Vinculado à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico, o Consip deverá contribuir decisivamente para o avanço científico-tecnológico no Estado. E para o aprimoramento dos serviços prestados, garantindo maiores ganhos na qualidade de vida de toda a população.



SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO.

