



CIÊNCIA HOJE

Tesouros arqueológicos do Pantanal



Peixe-voador também produz caviar

Graziela Barroso: a grande dama da botânica

Múltiplas rainhas entre os cupins





BAHIA

AZUL

2/3 da Terra
são cobertos por água.
Quer razão maior para
manter limpos nossos
oceanos e rios?



**GOVERNO
DA BAHIA**

150 ANOS EM 15



José Bonifácio de Andrada e Silva foi, até os 56 anos, um pesquisador (CH nº 44). Estudou em Coimbra, Portugal, e seus trabalhos em metalurgia e química deram-lhe grande notoriedade. 'Curta notícia das propriedades e caracteres de alguns fósseis da Suécia e da Noruega, com observações químicas sobre os mesmos' é o título de um de seus artigos, publicado em 1800 em Leipzig, Alemanha, no *Allgemeines Journal der Chemie*.

Voltou ao Brasil em 1819, dedicando-se integralmente à construção de um país novo em sua terra. Teria sido essa uma opção ou uma necessidade, para que ele mesmo ou outros discípulos pudessem prosseguir seus estudos e pesquisas?

A Constituinte de 1823 discutiu a criação de universidades no país. Em 1832 fundou-se a Escola de Minas de Ouro Preto. Mas apenas 43 anos depois ela começaria de fato a funcionar.

A revista *Scientific American* foi fundada nos Estados Unidos em 1845. Benjamin Franklin, decano da inteligência norte-americana, teve melhor sorte que José Bonifácio.

Scientific American registra os fatos da ciência daquele país há 150 anos. *Ciência Hoje* faz o mesmo há 15. No Brasil.

Quando a fundamos, em 1982, imaginávamos percorrer 150 anos em 15. Moviam-nos ideais generosos: a defesa dos valores da ciência e da democracia. Com o fim da ditadura, que parecia próximo, deveria ser possível construir uma democracia que o país ainda não conheceria.

Acreditamos que a ciência e o conhecimento são motores poderosos que permitem acelerar o desenvolvimento e alcançar com velocidade a igualdade social.

O mundo, de fato, conheceu nesses anos uma extraordinária revolução tecnológica. Na redação de *Ciência Hoje*, em 1982, trabalhava-se com um editor de texto Polymax e um aparelho de telex, antepassados históricos dos Pentium e fac-símiles de hoje.

As pesquisas em ciências sociais e naturais que encontraram aplicação na indústria, na agricultura, na economia e na política tiveram origem, em sua grande maioria, nas universidades.

Ficou claro também, nesses 15 anos, que essa revolução nem sempre tem sido democrática ou igualitária. Os bolsões de miséria persistem (CH nº 100), a terra e a renda permanecem tão concentradas entre nós como em poucos países do mundo.

Em 1989, em célebre número dedicado ao centenário da República (CH nº 59), observávamos que havia pouco a

comemorar: "A riqueza e os poderes públicos têm sido usados com desenvoltura em benefício dos interesses particulares. O Estado tornou-se condomínio dos poucos que a ele têm acesso. A ética republicana –

a idéia do serviço público como marca da atividade política – tornou-se exceção entre os homens ditos públicos. A República sem povo, dos cidadãos desiguais, tem sido também uma República sem preocupação com o público."

Mas concluíamos, com algum otimismo: "O espetáculo cívico das eleições presidenciais deste 15 de novembro (1989) talvez aponte para futuro menos frustrante... Os projetos da República que hoje competem pelo apoio do cidadão combinam, em maior ou menor grau, a preocupação com a questão social e a preocupação democrática. Os neoliberais admitem o papel social do Estado; os reformistas aceitam os mecanismos representativos. Reforma e democracia não estão mais em campos excludentes."

Neste programa, cabia a *Ciência Hoje* divulgar conhecimentos a todos. Contribuir para que o Brasil fosse um país conhecido, em suas diversidades e histórias. De Norte a Sul.

O ano de 1992 foi traumático. Manifestações cívicas afastaram o presidente eleito. Havia traído a ética republicana. Adia-se novamente a negociação do difícil equilíbrio entre o papel social do Estado e as funções do mercado na economia.

A reforma tributária, o direito à terra e um novo estatuto jurídico deveriam constituir o ponto de apoio da sensível balança. A Constituinte de 1988 apontava nessa direção. Em vão. Até quando?

Assistimos a uma lenta e crescente incapacidade do Estado de custear atividades de interesse público. Em ciência há pesquisas de grande interesse social que não contam com a 'demanda do mercado', e outras que, por sua natureza, não encontram aplicação imediata. Deveriam então ser abandonadas? Perderíamos a capacidade de produzir conhecimentos novos e de competir nos curtos-circuitos da economia global.

Hoje, a tensão aumenta. Os neoliberais aceitam o papel social do Estado mas lhe negam os recursos necessários para cumpri-lo. Os reformistas denunciam os mecanismos de apresentação. A cena se repete há 150 anos. Em 15.

Ennio Candotti
EDITOR CONVIDADO

O PROJETO CIÊNCIA HOJE é responsável pelas publicações de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Compreende: revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on-line* (Internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos) e *Ciência Hoje das Crianças Multimídia* (CD-ROM).

Conselho Diretor: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Cilene Vieira (Projeto *Ciência Hoje*), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ) e Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ). Secretária: M^a Elisa da C. Santos.

REVISTA CIÊNCIA HOJE

Publicação mensal do Projeto *Ciência Hoje*, nº 129, vol. 22, julho de 1997.

Editores Científicos: Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF) – ciências ambientais; Ronald Cintra Shellard (Dep. de Física/PUC-RJ e CBPF/CNPq) – ciências exatas; Vivaldo Moura Neto (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ) – ciências biológicas.

Redação: Suely Spiguel (coordenação), Ricardo Menandro e Maria Ignez Duque Estrada (edição de texto), Micheline Nussenzevig (internacional), Luisa Massarani (repórter), Teresa Coelho (secretária). e-mail: rdch@novell.cat.cbpf.br

Arte: Claudia Fleury (direção), Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda. (Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira – programação visual; Luiz Baltar – infográficos), Irani F. de Araújo (secretária).

Colaboraram neste número: Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa (revisão).

Fotolito: Open Publish Soluções Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. S/A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S/A. **ISSN** - 0101-8515.

PROJETO CIÊNCIA HOJE

Endereço: Av. Venceslau Brás nº 71, casa 27, CEP 22290-140, Rio de Janeiro, RJ. Tel.: (021) 295-4846, fax: (021) 541-5342. **Atendimento ao Assinante:** 0800 264846. *CH on-line:* <http://www.ciencia.org.br>

Diretora Executiva: Cilene Vieira.

Administração e Financeiro: Lindalva Gurfield (gerente), M^a Elisa da C. Santos (produção), Luiz Tito de Santana, Pedro P. de Souza, Ailton B. da Silva, Luiz Cláudio Tito, Marly Onorato, Cathia Leiras, Neusa Soares e Flávia de Souza.

Assinatura e Circulação: Adalgisa Bahri (gerente), Maria Lúcia Pereira (assistente), Francisco R. Neto, Luciene de Azevedo, Márcio de Souza, Delson Freitas, Eliomar Santana, Sérgio Pessoa e Márcia da Silva.

Comercial: (Publicidade e Projetos): Ricardo Madeira (diretor nacional de comercialização); Marcos Martins (contato de publicidade/São Paulo); Sandra Soares (supervisora de operações comerciais). Rua Maria Antônia nº 294, 4^a andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, telefax: (011) 258-8963.

Representante Brasília: Deusa Ribeiro, tels.: (061) 577-3494/989-3478, fax (061) 273-4780. **Representante/NE:** (Projeto Nordeste: Rudiger Ludemann) – rudiger-l@ibm.net – telefax (071) 379-5445 e tel.: (071) 961-6024.

Representante/Rio Grande do Sul: Avremiro Zimmermann, telefax: (051) 221-4538/221-7611.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (correspondente). Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto 374, trav. J, 4^a andar, salas 410/414, Cidade Universitária/ USP, CEP 05508-900, São Paulo, SP. Telefax: (011) 814-6656. Tel.: (011) 818-4192.

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo Machado (coordenação científica), Roberto B. de Carvalho (coordenação de jornalismo) e Marise Muniz (correspondente) – ch-mg@icb.ufmg.br – (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, telefax: (031) 443-5346.

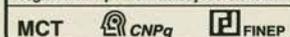
Representante Brasília: Maria Lúcia Maciel (coordenação científica), Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário/UnB, caixa postal 0423, CEP 70910-900, Brasília, DF, telefax: (061) 273-4780.

Representante Salvador: Caio Mário Castro de Castilho (coordenação científica), tel.: (071) 247-2033, fax (071) 235-5592 – sbpc@ufba.br – Rudiger Ludemann (Projeto Nordeste), tel.: (071) 961-6024, telefax: (071) 379-5445. Marta Cury Maia (estagiária), Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador/BA.

O Projeto *Ciência Hoje* mantém intercâmbio com as revistas *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 5^a. A., 1193, Buenos Aires/Argentina, tels.: (00541)961-1824/962-1330) e *La Recherche* (Paris/França); e conta com o apoio de Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

Programa de Apoio a Publicações Científicas



EDITORIAL

1

CARTAS

4



UM MUNDO DE CIÊNCIA

8

Os mistérios de um curioso fenômeno físico, a sonoluminescência, ou conversão de energia sonora em pulsos de luz, desafiam os cientistas há mais de um século.

Por Takeshi Kodama e Luciana M. Pimentel.



TOME CIÊNCIA

12

O estudo da dinâmica populacional de quatro diferentes moscas-varejeiras, em modelos teóricos, ajuda a entender o sucesso de espécies exóticas que chegaram ao país.

Por Wesley A. C. Godoy, Cláudio J. Von Zuben e Fernando J. Von Zuben.

RESENHA

18

Frederico G. Graeff mostra a importância do livro *Le cerveau et la liberté*, de Pierre Karli;

e Miriam L. Moreira Leite comenta *Jenny – Amazona, Valquíria e Vitória-Régia*, de Ana Arruda Callado.



OPINIÃO

22

Comunidade do Pará mostra que a própria população rural, se bem informada, pode avaliar custos e benefícios do manejo dos recursos importantes para a sua subsistência, como a caça não-predatória.

Por Margaret J. Cymerys, Patrícia Shanley e Lêda M. Luz.

PERFIL

Graziela Maciel Barroso, a 'primeira grande dama' da botânica brasileira, continua ativa aos 84 anos, orientando pesquisas e teses de pós-graduação e ministrando cursos em várias universidades. Nos últimos anos, mais de duas dezenas de plantas descobertas no país foram batizadas em sua homenagem. Seu grande orgulho é ter formado centenas de pesquisadores em meio século de exercício profissional.



28

É BOM SABER

A recuperação de fragmentos degradados de floresta pode ser acelerada com técnicas de manejo, incluindo o corte dos cipós que invadem as clareiras e impedem a germinação e crescimento de muitas árvores.

Por André A. J. Tabanez, Virgílio M. Viana e Henrique E. M. Nascimento.



A presença de múltiplas rainhas nas colônias de algumas espécies de cupins, fato mais freqüente do que se acreditava até há pouco tempo, permite a tais insetos superar melhor dificuldades ecológicas e evolutivas.

Por Ana Maria Costa-Leonardo.

Pantanal: os primeiros passos da pré-história

36

Pedro Ignácio Schmitz

A natureza diferente e exuberante do Pantanal de Mato Grosso sempre despertou grande interesse. A região, no entanto, guarda outros mistérios: só recentemente começaram a ser estudadas as jazidas arqueológicas ali existentes, que podem revelar muitas coisas sobre os povos que habitaram as áreas pantaneiras no passado.

A interconexão entre o homem e a natureza

46

José P. S. Lemos e Jaime F. Villas da Rocha

A ocorrência simultânea de vários fatores, como a formação privilegiada do carbono e a existência de um planeta adequado, permitiu o surgimento da vida como a conhecemos. Isso leva a crer – em um tipo de raciocínio conhecido como Princípio Antrópico – que vivemos em um universo particular, onde o homem e a natureza mantêm estreita relação.



CIÊNCIA EM DIA

66

Estudo feito em Minas Gerais propõe nova origem para o itabirito, minério formado por camadas alternadas de ferro e de sílica, comum em jazidas ferríferas brasileiras.

Os peixes-voadores, abundantes no Nordeste, podem ganhar *status* nobre: a carne pode ser comercializada em forma de filé e as ovas são excelentes para produzir caviar.

A descoberta de moléculas com propriedades magnéticas e biocompatíveis abre novas possibilidades para aplicações futuras na medicina e na tecnologia.





Cobre e cacau

Ao tomarmos conhecimento de um artigo publicado nesta revista (nº 117), com o título 'Fungicida à base de cobre intoxica os cacauais', de autoria da pesquisadora Josanídia Santana Lima, do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, gostaríamos de colocar as seguintes observações: os fungicidas à base de cobre têm como princípio ativo esse elemento, porém o que faltou ser esclarecido é o fato de os fungicidas cúpricos serem elaborados a partir de sais de cobre, sendo os principais existentes no mercado à base de hidróxido de cobre (CuOH_2), oxicloreto de cobre ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$), sulfato de cobre (CuSO_4) e óxido cuproso (Cu_2O), este último o principal fungicida usado na região cacaueira da Bahia.

A pesquisadora, porém, analisa como resíduo as quantidades de cobre metálico. É importante esclarecer que este possui uma atividade biológica quase nula, tratando-se, na realidade, do sal de cobre já oxidado ou complexado por outros elementos

orgânicos e/ou minerais, não estando mais disponível no meio ambiente.

Os próprios dados apresentados pela pesquisadora demonstram tal fato. Em seu trabalho, o teor de cobre encontrado nas amêndoas das plantas que nunca receberam cobre foi de 25mg/kg (cobre absorvido do solo, já que as amêndoas são protegidas pelos frutos), enquanto em plantas tratadas durante cinco anos o teor de cobre nas amêndoas foi de 18mg/kg – portanto, 7mg/kg a mais do que as plantas que nunca receberam fungicidas à base de cobre.

Para que ocorra intoxicação das plantas, deve estar disponível, em grande quantidade, o íon cobre, e não o cobre metálico, que não possui mais atividade biológica, mesmo nas quantidades avaliadas pela pesquisadora. Isso se comprova através do número necessário de aplicações para controlar a doença causada no cacau pelo *Phytophthora palmivora*: quatro aplicações com fungicidas cúpricos, com intervalo de 30 dias, devido ao efeito residual dos sais de cobre e de sua atividade biológica como fungicida estar em torno desse período de tempo.

Outrossim, a pesquisadora coloca um destaque no artigo, apresentando o cobre como nutriente perigoso. Achamos esta colocação desinformante, pois conduz

o leitor a uma interpretação errônea, uma vez que não define as quantidades que provocam a manifestação de tais sintomas. Além disso, todos os nutrientes de origem mineral (como fósforo, potássio, cálcio, boro, molibdênio, manganês e outros), quando disponíveis em excesso, causam dano e desequilíbrio ao homem e à natureza.

Portanto, resumindo, podemos afirmar que o cobre é um elemento já existente na terra antes do surgimento da vida, fazendo parte do ciclo vital. Hoje já existem sais de cobre com formulações modernas, como o hidróxido de cobre, que permitem reduzir a quantidade de cobre nas áreas tratadas, com a finalidade de integrar e minimizar cada vez mais os danos causados pela atividade do homem ao ambiente.

Claudia Chatila, engenheira agrônoma, Indústrias Químicas Giulini Adolfomer, São Paulo, SP.

A autora do artigo, Josanídia Santana Lima, do Instituto de Botânica da UFBA, responde:

Os artigos científicos 'Cooper balances in cocoa agrarian ecosystemns: effects of differential use of cupric fungicides' (em Agriculture, Ecosystems & Environment. Elsevier, 48, pp. 19-25, 1994) e 'Influence of treatments with cupric fungicides on the mineral composition of cocoa tress' (em Agrotrópica 5-3, pp. 43-51,

1993), ambos de minha autoria, contêm uma referência bibliográfica especializada que poderá esclarecer os questionamentos da leitora, principalmente os referentes às concentrações tóxicas que podem tornar o cobre, elemento essencial ao metabolismo, tanto vegetal quanto animal, um nutriente perigoso. Fiquei muito satisfeita com o último parágrafo da carta, que mostra que a indústria tem sido mais ecológica. Parabéns!

Troca de cores

Venho parabenizá-los pelo ótimo trabalho realizado, em especial a matéria 'O segredo da troca de cores nos animais' (*Ciência Hoje* nº 118), que torna inteligível, de forma brilhante e de fácil compreensão, um assunto tão intrigante. Gostaria também de informar que suas matérias estão sendo úteis não só ao magistério mas também a vestibulandos, como eu. *Marcelo Stefanovicz, Curitiba, PR.*

Reciclagem de lixo

Venho apresentar meus agradecimentos a esta revista que tem se mostrado tão eficiente em seu papel. Os conceitos científicos apresentados em suas matérias são para mim de utilíssimo valor, pois estou fundando em minha cidade um grupo ambiental. A idéia surgiu há mais ou menos um ano, quando eu, que sempre fui ligado à natureza, acampava com meus



BOLDO
Vernonia condensata Baker



OS (MILAGROSOS) CHÁS DA AMAZÔNIA

"Chá de quebra-pedra é bom para os rins, marapuama acaba com a impotência sexual.

A jacareúba, pata de vaca e sacaca resolvem problemas do diabetes e quem sofre de fraqueza geral, toma o leite do amapá com um cálice de vinho. É tiro certo".

Essas informações se espalham pela Amazônia desde tempos imemoriais.

O IEPA - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá esta trabalhando com esses conhecimentos das comunidades tradicionais e já tem resultados preliminares estimulantes.

Um horto com 100 espécies variadas forma um Banco de Germoplasma, que preserva a informação genética e estuda técnicas de domesticação de plantas. Hoje já são 40 medicamentos produzidos pela farmácia do Instituto, entre cápsulas, chás, tinturas, pomadas e sabonetes.

É o conhecimento de alguns sendo transformado em benefício para todos.

amigos e discutíamos em cada lugar que ficávamos as condições, transformações etc.

Apesar do meu entusiasmo, sempre foi difícil trabalhar, pois não temos à mão materiais educativos que debatam o assunto. Às vezes damos palestras em classes sobre o meio ambiente, mas nem sempre alcançamos o objetivo visado, acredito que por falta de material que permita demonstrações e melhores explicações sobre o meio. Queria fazer uma campanha de reciclagem de materiais, mas nem sei como começar. Uns chegam a desistir em vista das

dificuldades. É triste, pois bem aqui do lado situa-se Morro-Branco, uma das mais belas praias do litoral cearense, e – acreditem ou não – logo na entrada da praia existe um grande buraco onde se coloca todo o lixo de Beberibe.

Peço encarecidamente ajuda para que uma idéia assim não se acabe em nada. Sou-lhe muito grato pela ajuda que vou receber, seja qual for, e também pela chance que revistas como a sua dão a pessoas como eu.
Nasário Gomes Neto,
Rua Monsenhor Dourado s/n,
Beberibe, CEP 62840-000,
Ceará.

Caro leitor, uma sugestão é que escreva para a entidade chamada Cempre (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), aos cuidados de D. Cleide.

O endereço é: Rua Pedroso Alvarenga, 1.254 conjunto 52, São Paulo, SP, CEP 04531-004, tel.: (011) 852-5200.

O Cempre publica um boletim sobre reciclagem e também está em condições de dar orientações. Sobre meio ambiente, uma boa idéia é entrar em contato com a Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, à R. Miranda Valverde, 103, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22281-000,

tel.: (021) 537-7565.

Além disso, publicamos seu endereço para que outras pessoas possam trocar informações com você.

Correções

No artigo 'Os rubis das chagas de Cristo', na p. 70 do nº 127, foi omitido o crédito do autor da fotografia, Claudio Nadalin (CECOR/UFMG).

No texto 'Potencial e limitações da clonagem de mamíferos', na p. 43 do nº 127, o nome correto da entidade à qual pertence o autor da matéria é Departamento de Bioquímica Médica, Instituto de Ciências Biomédicas, UFRJ.



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 no 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 quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1986).

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 o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: **AC** - Caixa Postal 36. Cep: 69908-970, Rio Branco - AC. Tel.: (068) 228-3051 (Karla Kristina Oliveira Martins). **MA** - Campus Universitário Bacanga/UFMA, Área de Convivência, Bl. 1 - SI., Prédio do CEB (velho). Cep: 65080-040, São Luís - MA. Tel: (098) 217-8183. Fax: 217-8702 (Maria Marlúcia Ferreira Correia). **RO** - Rua Pe. Agostinho, casa 13 Qd. 20, Conj. Santo Antônio - C.P. 460. Cep: 78904-420, Porto Velho-RO. **UFRO** - Depto. de Educação Física, Campus Universitário - BR 364, Km 9,5. Tel.: (069) 221-9408. Fax: (069) 216-8506 A/C Carmem (Célio José Borges). **AM** - Depto. Ciências Pesqueiras/Faculdades de Ciências Agrárias/Universidade do Amazonas. Cep: 69077-000, Manaus-AM (Vandick da Silva Batista). **BA** - Faculdade de Medicina/UFBA, Rua João Botas, s/n. Cep: 40110-160, Salvador-BA (Edgar Marcelino de Carvalho Filho). **CE** - Rua D. Jerônimo, 339/503/Otávio Bonfim. Cep: 60011-170, Fortaleza-CE (Ronaldo de Albuquerque Ribeiro). **PB** - Rua Nilde de Queiróz Neves, 130, Bela Vista. Cep: 58108-670, Campina Grande-PB. Rua Cardoso Vieira, 234. Cep: 58108-050, Campina Grande-PB. Tel: (083) 321-1877. Fax: (083) 321-5406 (Elizabeth Cristina de Araújo). **SE** - Av. Francisco Moreira, 650/103/Edifício Port Spain. Cep: 49020-120, Aracaju-SE. **UFSE**/Campus Universitário/Jardim Rosa Elze. Cep: 49000-000, Aracaju-SE. Tel.: (079) 241-2848, r. 335. Fax: 241-3995 (Antonio Ponciano Bezerra). **DF** - SQN 107, Bl. H - ap. 503, Asa Norte. Cep: 70743-080, Brasília-DF. Tel.: (061) 272-1663/274-0570 (Carlos Block Jr.). **MG** - R. Senhora

das Graças, 188, Cruzeiro. Cep: 30310-130, Belo Horizonte-MG. Fundação Ezequiel Dias/Sintese Fármacos. R. Cde. Pereira Carneiro, 80. Cep: 30510-010, Belo Horizonte-MG. Tel.: (031) 371-2077, r. 280. Fax: (031) 3322534. (Maria Mercedes V. Guerra Amaral). **GO** - Praça Universitária, 1.166 - 3º andar, Setor Universitário. Cep: 74001-970, Goiânia-GO. Centro de Estudos Regionais da Universidade Federal de Goiás, C.P. 131. Goiânia-GO. Tel./Fax: (062) 202-1035. mails@pequi.ufg.br (Marco Antonio Sperb Leite). **MT** - Rua Antonio Maria, 444/Centro. Cep: 78020-820, Cuiabá-MT. Av. Fernando Corrêa da Costa/UFMT, CCBS II/ Herbario Central, Cuiabá-MT. Tels.: (065) 315-8268/8351. Fax: (065) 361-1119 (Miramy Macedo). **ES** - Depto. Ciências Fisiológicas, Rua Marechal Campos, 1.468. Cep: 29040-090, Vitória-ES (Luiz Carlos Schenberg). **RJ** - CBPF - LAFEX, Rua Xavier Sigaud, 150. Cep: 22290-180, Rio de Janeiro-RJ. Tel: (021) 542-3837/295-4846. Fax: (021) 5412047/5412342. shellard@lafex.cbpf.br (Ronald Cintra Shellard). **SP (subárea I)** - Rua Arthur Azevedo, 761/124, Pinheiros. Cep: 05404-011, São Paulo-SP. USP/Depto. de Biologia/Instituto de Biociências C.P. 11461. Cep: 05499-970, São Paulo-SP. Tel.: (011) 818-7579/818-7683 (Luiz Carlos Gomes Simões). **SP (subárea II)** - Depto. Ciência Tecnol. Agro-industrial/ESALQ. Av. Pádua Dias, 11.1.C. Postal 9. Cep: 13418-900, Piracicaba-SP. Tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-43213. Fax: (0194) 22-5925 (Luís Gonzaga do Prado Filho). **Botucatu (seccional)** - Depto. de Genética/Universidade Est. de São Paulo. Cep: 18618-000, Botucatu-SP. Tels: (014) 821-2121, r. 229/822-0461 (Dértia Villalba Freire-Maia). **SP (subárea III)** - Depto. de Tecnologia/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/Unesp. Depto. de Tecnologia Rod. Carlos Tonani, Km 05. Cep: 14870-000, Jaboticabal-SP (Márcia Rossini Mutton). **MS** - DCT/CCET/UFMS/Cidade Universitária. Cep: 79009-900, Campo Grande-MS (Almir Joaquim de Souza). **PR** - Depto. de Genética/Setor Ciências Biológicas. Caixa Postal 19071. Cep: 81531-990, Curitiba - PR. Tel.: (041) 366-3144, r. 232. Fax: (041) 266-2942. (Euclides Fontoura da Silva Jr.). **Maringá (seccional)** - Depto. de Biologia Celular e Genética/UEMaringá. Av. Colombo, 3.690. Cep.: 87020-900, Maringá-PR. Tel.: (044) 262-2727, r. 342. Fax: (044) 222-2654. (Paulo César de Freitas Mathias). **RS** - Hospital das Clínicas Porto Alegre/Unidade Genética Médica. Rua Ramiro Barcelos, 2.350. Cep: 90035-003, Porto Alegre-RS. Tels.: (051) 332-6131/332-6699, r. 2310. Fax: (051) 3329661/3328324. giuglian@dpx1.hcpa.ufrgs.br (Roberto Giugliani). **Santa Maria (seccional)** - Rua dos Andradas, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). **Pelotas (seccional)** - Av. General Barreto Viana, 611. Cep: 91330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Irajá Félix Carvalho). **Rio Grande (seccional)** - FURG/DECLA/Campus Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decsrio@super.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Sírio Lopez Velasco). **SC** - Depto. de Fitotécnica/CCA/UFSC. Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).



Nestlé

Qualidade em alimentos
para sua vida.

Os mistérios do som que se transforma em luz

Uma das 'vedetes' da pesquisa científica atual é um curioso fenômeno físico que os cientistas chamam de sonoluminescência. Mas o que é sonoluminescência? É mais fácil explicar mostrando como ela acontece: enchendo-se um frasco de vidro com água e submetendo-o a ondas sonoras de frequência um pouco acima do limite da audição humana, mas ainda audíveis para cães (ondas ultrassônicas), surgem dentro do líquido cintilações semelhantes às estrelas. Na verdade, o experimento que permite observar a conversão de energia sonora em pulsos de luz (figura 1) é mais complicado, mas essa descrição fornece a essência do fenômeno.

Embora seja conhecida há mais de meio século, a sonoluminescência ainda está cercada de mistérios. Para dar uma idéia, basta lembrar que

a frequência de uma onda ultrassônica é da ordem de 30 mil hertz (um Hz equivale a uma oscilação por segundo), enquanto a da luz visível chega a 4 mil trilhões de Hz (o algarismo 4 seguido de 15 zeros). Portanto, a frequência da onda luminosa gerada pelo fenômeno é 133 bilhões de vezes maior que a do som de onde se origina. Assim, a conversão da onda sonora em flashes de luz exige a existência de um mecanismo extremamente eficiente de concentração da energia da onda (acelerando sua frequência).

De onde vem a luz

O primeiro mistério da sonoluminescência era: onde ocorre a emissão dos flashes, ou, em outros termos, de onde vem essa luz? Isso foi esclarecido. O som propaga-se em um meio contínuo através de

oscilações na pressão interna desse meio. Na verdade, a oscilação de pressão é a própria onda sonora. Quando o meio contínuo é a água, a oscilação da pressão provoca o surgimento de bolhas de ar invisíveis a olho nu, com diâmetro da ordem de microns (um micron é a milionésima parte do metro). São exatamente essas minúsculas bolhas de ar que transformam a energia sonora em flashes de luz, multiplicando sua energia uma centena de bilhões de vezes.

Tais bolhas, mesmo tão pequenas, têm um efeito importante no amortecimento dos movimentos da água. Isso acontece, por exemplo, na resistência aos giros da hélice de um navio, na redução da intensidade da onda de choque de uma explosão e em outras situações. É espantoso constatar que bolhas de ar

são capazes de danificar até mesmo hélices de aço.

Na sonoluminescência, elas são submetidas a uma variação periódica de pressão, de acordo com a oscilação sonora da densidade da água. Observando um ciclo completo dessa oscilação, as bolhas expandem-se na fase em que a pressão fica reduzida e 'colapsam' (implodem) quando a pressão aumenta (figura 2). A expansão e a implosão não são simétricas: na expansão, o diâmetro da bolha cresce de forma lenta, acompanhando a redução da pressão externa, mas na compressão a bolha 'encolhe' de forma violenta, até um diâmetro mínimo. Após atingir esse mínimo, a bolha passa por várias expansões e compressões sucessivas, de amplitude muito reduzida (comparada com o tamanho máximo).

A súbita implosão da bolha é causada basicamente pela inércia da água em torno da bolha – inércia é a resistência que qualquer matéria opõe a alterações em seu estado de movimento. Como a compressão da bolha começa quando seu diâmetro é máximo, ela está cercada por um volume maior de água – a força inercial total, portanto, é maior. À medida que a pressão aumenta, a energia cinética acumulada na água

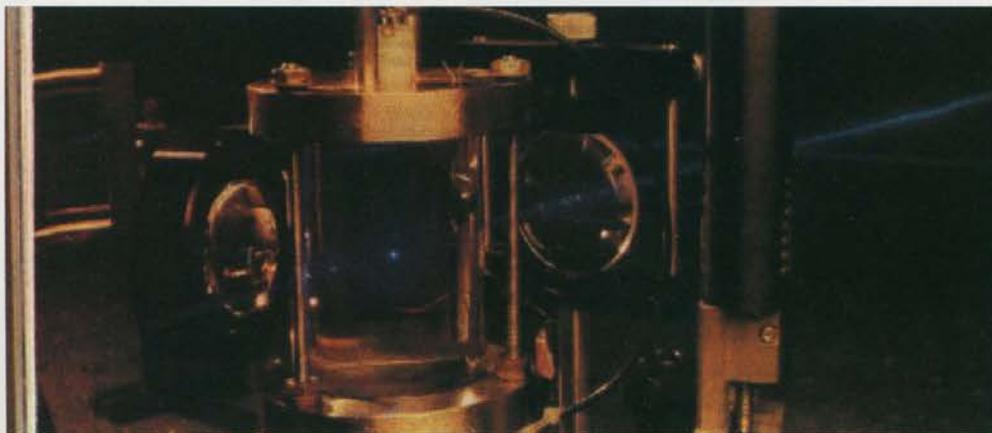


Figura 1. Sonoluminescência de apenas uma bolha de ar (o ponto luminoso no centro do cilindro). A linha azul é o raio laser utilizado para medir a alteração do diâmetro da bolha durante o processo.

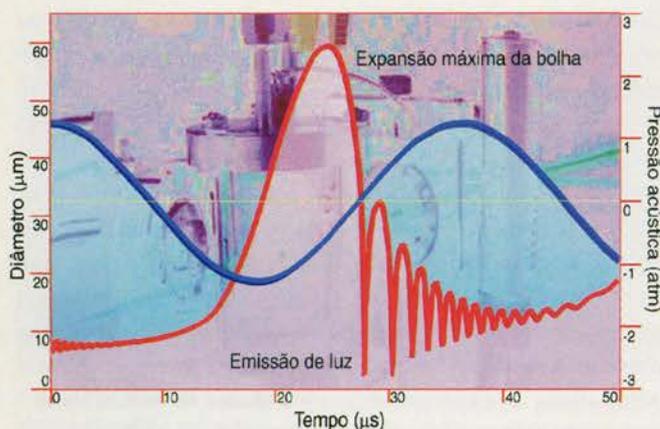


Figura 2. Variação do diâmetro da bolha (em vermelho) decorrente da força motriz exercida pela pressão acústica, em função do tempo, comparada à variação da pressão no líquido (em azul) durante um ciclo completo da onda sonora. O diâmetro é dado em microns e a pressão em atmosferas. O tempo, dado em microssegundos, tem a mesma escala em ambos os gráficos.

esmaga a bolha. Isso acontece porque, junto com a redução do tamanho, diminui também a resistência que a bolha oferece à pressão da água, o que acelera cada vez mais o colapso. A situação é semelhante à de um pequeno trator que sobe um morro escavando o chão com sua lâmina e acumulando à sua frente grande volume de terra. Imaginando, para efeito de comparação, que a terra acumulada acaba se tornando muitas vezes mais pesada que o trator, é fácil perceber que em algum momento essa terra começará a deslizar, empurrando-o de volta à base do morro e esmagando-o completamente.

Na implosão, ou colapso, a bolha chega a atingir um tamanho até 10 vezes menor que o de equilíbrio (cerca de 20 microns): ela é comprimida até cerca de 0,2 micron de diâmetro. A variação do tamanho da bolha pode ser medida, nas experiências, através de uma técnica deno-

minada 'espalhamento' de raio laser. O processo todo – um ciclo de compressão e expansão da bolha – dura alguns microssegundos (um μs é a milionésima parte do segundo). A compressão aumenta a densidade do gás no interior da bolha, que torna-se mil vezes maior que a densidade no momento de equilíbrio, anterior à expansão. É essa compressão violenta, sem dúvida, que origina a emissão de luz.

Em 1989, Felipe Gaitan descobriu uma maneira engenhosa de capturar apenas uma bolha, usando para isso uma onda acústica estacionária. Ele conseguiu aprisionar a bolha por várias horas, realizando milhões de oscilações estáveis, o que tornou possível medir várias quantidades de interesse, revelando propriedades surpreendentes da sonoluminescência. Desde então, o fenômeno é uma das 'vedetes' da pesquisa da atualidade: foi tema, por exemplo, de uma

reunião conjunta de duas sociedades da ciência acústica, dos Estados Unidos e do Japão, realizada em dezembro do ano passado em Honolulu, no Havaí.

Os estudos de Gaitan permitiram estabelecer algumas das marcantes propriedades do fenômeno:

1) A intensidade da luz, nas condições mais favoráveis de emissão, atinge centenas de miliwatts (o miliwatt é a milésima parte do watt, unidade de potência elétrica).

2) O espectro luminoso emitido é muito largo: inclui a radiação ultravioleta à infravermelha, como o do Sol. Se fosse emitido calor, e não luz, a temperatura no interior da bolha chegaria a milhares de graus. O efeito seria semelhante ao nascimento de um pequeno sol, com diâmetro de 0,2 micron, que duraria um milésimo de microssegundo.

3) A intensidade da luz depende dos parâmetros físicos da experiência, tais como a amplitude da pressão acústica, a temperatura da água, a mistura de gases no interior da bolha e outros. Se for usada água gelada, e não à temperatura ambiente, a intensidade da sonoluminescência será ampliada em mais de 100 vezes. Se a bolha contiver apenas nitrogênio, a intensidade será bastante reduzida, mas a adição de pequena quantidade de argônio ao nitrogênio torna a luz 10 vezes mais intensa.

4) A emissão de luz ocorre em escala de tempo extremamente curta: um milésimo

de microssegundo. Nenhum mecanismo oriundo das propriedades hidrodinâmicas da bolha seria capaz de explicar essa duração tão pequena.

Ainda há dúvidas

Do ponto de vista teórico, o problema da sonoluminescência divide-se em três partes. A primeira envolve a dinâmica do fluido (a água), a segunda a dinâmica do gás (no interior da bolha) e a terceira o mecanismo de emissão da luz.

A dinâmica do fluido, relativamente bem estabelecida, serve como força motriz para o movimento da bolha. O processo pode ser expresso por uma fórmula matemática (a equação de Rayleigh-Plesset). A dinâmica do gás também é bastante conhecida, mas o fenômeno envolve questões ainda em aberto, como o surgimento de ondas de choque no interior da bolha e a difusão de gás entre a bolha e o líquido. O rápido aumento da densidade no interior da bolha, durante sua compressão, é outro ponto em discussão: a equação de estado e os processos microscópicos que ocorrem no gás contido na bolha não são completamente entendidos.

Várias conjecturas tentam explicar a conversão da energia sonora em luz. As hipóteses envolvem desde caminhos convencionais, como processos térmicos e colisões atômicas, até mecanismos mais complexos, como emissões luminosas decorrentes de fenômenos eletromagnéticos – por exemplo, a criação

de fótons do campo eletromagnético no vácuo, conhecida como efeito Casimir. Em artigo recente*, J. Glanz relata as disputas entre esses modelos, utilizando frases do tipo 'os teóricos estão ficando selvagens', ou 'existem tantos modelos quanto teóricos'. Do ponto de vista experimental, é necessário obter dados que eliminem pelo menos alguns dos modelos propostos. A medição mais precisa de espectros e a verificação da influência do campo magnético externo devem conseguir isso.

É essencial, no entanto, saber o que acontece no instante exato da emissão da

luz. A interferometria de Hanbury-Brown-Twiss (HBT), método óptico inventado inicialmente para medir o tamanho de uma estrela, pode ser utilizado para determinar a geometria e o tempo de vida do flash. Esse método é aplicado, na física de partículas elementares e na física nuclear, para determinar o tamanho da área de produção de partículas em colisões de altíssima energia. Se mostrar resolução suficiente, a interferometria HBT poderá excluir uma das duas hipóteses para a sonoluminescência: a baseada na emissão aleatória (decorrente de colisões atômicas) ou a baseada na cha-

mada emissão coerente (através da criação de fótons do campo eletromagnético).

É interessante notar que a aplicação da interferometria HBT na sonoluminescência é feita em uma escala (cerca de 10^{-9} m) situada entre a escala das estrelas (cerca de 10^{10} m) e a escala das partículas elementares (cerca de 10^{-15} m). Além disso, o processo de sonoluminescência envolve alguns mecanismos similares aos observados na astrofísica e na física de partículas. A implosão violenta, por exemplo, também é a causa da explosão das estrelas conhecidas como supernovas, e o mecanismo de emissão de

luz é análogo à emissão de glúons em plasmas de quarks – glúons são as 'colas' ou 'pontes' básicas que mantêm os quarks unidos para que formem prótons, nêutrons, píons e outras partículas. Por causa dessa similaridade com outros fenômenos físicos, a sonoluminescência atrai cada vez mais o interesse de pesquisadores de várias áreas.

* *Science* nº 274, p. 718 (1996).

Takeshi Kodama
Luciana Moreira Pimentel

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

N O T A S



A vida das células diante dos olhos

Uma nova técnica de microscopia de fluorescência, desenvolvida pelo físico Watt Webb e sua equipe, na Universidade de Cornell (Estados Unidos), pode levar a ciência

a muitas descobertas sobre a atuação de determinadas substâncias químicas no interior das células. Com essa técnica, Webb e outros pesquisadores conseguiram ver de perto como se comporta a serotonina, substância química de grande importância existente no cérebro humano.

As técnicas até agora empregadas na microscopia de fluorescência permitem aos cientistas observar diferentes componentes das células marcando-os com substâncias especiais. Tais substâncias tornam-se fluorescentes quando expostas à luz (com o comprimento de onda apropriado). Esse tipo de microscopia, porém, requer partículas

luminosas (fótons) de energias elevadas, que tendem a provocar aquecimento ou reações fotoquímicas tóxicas, danificando as células. Além disso, a luz utilizada torna-se difusa, o que reduz o contraste necessário para a observação.

O método de Webb usa três pulsos curtos e intensos de luz laser focalizada, cada um deles com energia bem mais baixa do que a luz empregada nas técnicas usuais, para reduzir ao mínimo o dano às células e a difusão da luz. Apenas no plano focal as energias dos três fótons somam-se, atingindo assim dose suficiente para excitar a substância que se quer observar,

tornando-a fluorescente. Os criadores do novo sistema, que possibilita observar várias substâncias ao mesmo tempo, conseguiram ainda tornar a serotonina fluorescente, em células vivas, sem a adição de marcadores.

As perspectivas para a técnica criada por Webb e colaboradores são animadoras. O desenvolvimento e a construção de microscópios baseados no emprego simultâneo de três pulsos de luz laser permitirá aos bioquímicos estudar em tempo real – no instante em que acontece – a ação de proteínas e outras moléculas dentro das células, observando, passo a passo, os processos básicos da vida.

DNA media ações químicas à distância

Certo tipo de composto – um complexo metálico capaz de aceitar elétrons – ligado artificialmente a uma das extremidades da molécula de DNA (o ácido desoxirribonucléico, que contém a informação genética), parece catalisar a recuperação de uma região danificada desse DNA, bem distante da extremidade. Na experiência feita por Jackie Barton e sua equipe, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Estados Unidos), a região restaurada foi uma dobra na hélice do DNA conhecida como dímero de timina. O dano havia sido causado por exposição do DNA aos raios ultravioletas do Sol. O resultado da ex-

periência pode levar a terapias para o restabelecimento de um DNA normal após longa exposição ao Sol. Pode também representar um primeiro passo no tratamento do melanoma, câncer de pele muito grave.

O resultado mostra ainda uma particularidade especial do DNA. Sua estrutura característica aparentemente permite que se comporte como um condutor, ao contrário do que ocorre com as proteínas, que são isolantes. Os estudos de Barton e seu grupo sugerem que os elétrons fluem de forma livre ao longo do canal formado pela junção das bases nas hélices. Nesse caso, o sentido do fluxo é dos dímeros de timina para o composto químico adicionado, restaurando os dímeros no processo. Se a interpretação estiver correta, as implicações do transporte de elétrons no DNA vão muito além da restauração de DNA. Nos seres vivos, a transferência de elétrons no DNA tem papel crucial na atuação dessa molécula e em outros processos biológicos.

Science, vol. 275, p.1.420 (1997).

Novos achados sobre a inteligência

Um componente essencial da inteligência é a habilidade de manipular diferentes temas ao mesmo tempo. Isso depende de certos sistemas cerebrais capazes de reter e processar palavras, objetos ou idéias – o conjunto desses sistemas é chamado ‘memória operacional’. Essa memória



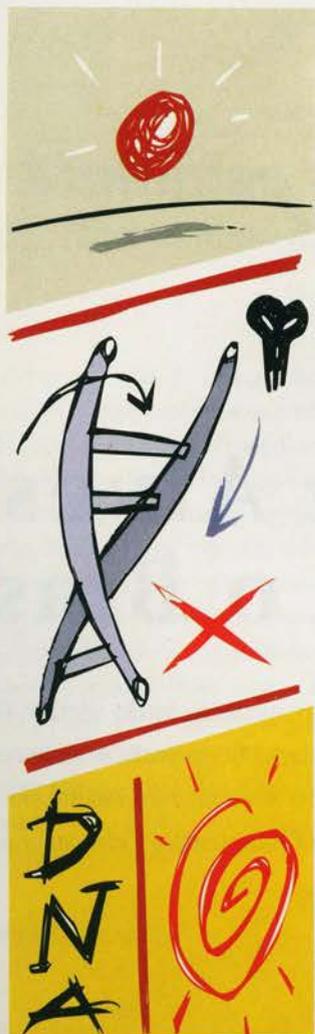
vem sendo estudada há muito tempo. Em 1980, por exemplo, psicólogos da Universidade Carnegie Mellon aplicaram, em estudantes, testes que consistiam em ouvir ou ler frases desconexas e reter a última palavra de cada uma delas. Os resultados obtidos – a capacidade individual de memória operacional – deixava prever o desempenho de cada um no famoso ‘teste de aptidão de escolaridade’, pelo qual todo aluno de curso secundário, nos Estados Unidos, precisa passar.

Testada em outros laboratórios no mundo, a memória operacional também se tornou evidente em diversas tarefas diferentes. Analisando vários desses estudos, pesquisadores das universidades de Toronto e de Waterloo (ambas no Canadá) confirmaram a correlação entre a capacidade de memória operacional e a habilidade de compreensão da linguagem. Tal correlação também se aplica para quebra-cabeças

que exigem raciocínio. Um teste desse tipo é examinar uma série de desenhos geométricos e determinar, entre diferentes opções, qual o desenho extra que completa a série: quanto mais complicado é o teste, menos estudantes conseguem resolvê-lo. O principal fator crítico encontrado nas pesquisas indica que os estudantes que se saem melhor são os que podem acumular muitos conceitos em seu cérebro.

Um estudo de imagens cerebrais mostra que o raciocínio está ligado a algumas das estruturas implicadas na memória operacional. A imagem por ressonância magnética de cérebros de indivíduos, enquanto resolviam problemas geométricos, mostrou que a tarefa tornava ativa diferentes áreas do cérebro nas partes frontal, parietal e temporal. Ao que parece, o raciocínio seria a soma das aptidões da memória operacional.

Science, vol. 275, p. 1.581 (1997).



ILUSTRAÇÕES WALTER VASCONCELOS



Lembrar de Castro Alves a é o mesmo que ver o Brasil



Para a maior parte dos brasileiros, um dos mais populares poetas românticos do século XIX não passa, hoje, de um nome de praça. Castro Alves, o poeta da liberdade, ficou praticamente restrito à crítica acadêmica e a livros escolares. Agora, comemorando os 150 anos do nascimento do artista, através do Projeto Memória, a Fundação Banco do Brasil, em parceria com a Organização Odebrecht e a par-



penas como nome de praça como uma simples avenida.

ticipação do Governo do Estado da Bahia, resgatam toda a poesia de Castro Alves. Ao longo do ano, exposições, espetáculos de dança, edição de livros biográficos, antologias e cartilhas educativas, dentre outros eventos comemorativos, levarão aos brasileiros de hoje a obra do poeta que dedicou sua vida aos ideais de liberdade. Brasileiros que, agora, olharão para uma simples praça e terão o privilégio de lembrar um verso de Castro Alves.

ODEBRECHT



FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL



DINÂMICA POPULACIONAL PODE EXPLICAR SUCESSO DE MOSCAS INVASORAS

Algumas espécies de moscas-varejeiras vindas da África e da Ásia e introduzidas no Brasil há duas décadas dispersaram-se pelo país, alcançando também boa parte do continente sul-americano e aparentemente deslocando uma espécie nativa. Para compreender melhor o sucesso dessas moscas na colonização de novas áreas, **Wesley Augusto Conde Godoy**, do Departamento de Parasitologia da Universidade Estadual Paulista (Botucatu, SP), **Cláudio José Von Zuben**, do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília (DF), e **Fernando José Von Zuben**, da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade de Campinas (SP), estudaram através de modelos teóricos a dinâmica populacional das três espécies invasoras e da espécie brasileira.

A rápida difusão – no Brasil e nas Américas – de moscas-varejeiras introduzidas no país há cerca de 20 anos atraiu o interesse de especialistas, em especial porque tais insetos transmitem várias doenças ao homem e aos animais. As moscas dispersaram-se velozmente pelo território brasileiro, colonizaram outros países e parecem ter deslocado uma espécie nativa, já que a frequência desta apresentou expressivo declínio após a chegada das espécies exóticas. Diversos mecanismos ecológicos podem estar envolvidos na invasão, na colonização territorial e na interferência junto a espécies locais.

O comportamento populacional das espécies pode ser estudado através de modelos matemáticos que simulam



Figura 1.
Mosca-varejeira do gênero *Chrysomya* introduzida no Brasil.

processos naturais. Um modelo desse tipo, utilizado por pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), da Universidade de Brasília (UnB) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), permitiu analisar parâmetros populacionais importantes, como a taxa de sobrevivência, a fecundidade e a dispersão, para três espécies de moscas-varejeiras invasoras e para a espécie nativa, levantando hipóteses sobre como as moscas vindas de outros continentes podem ter sido favorecidas no novo ambiente.

Acredita-se que as moscas-varejeiras africanas e asiáticas chegaram ao Brasil nos anos 70, junto com refugiados da África (Angola e Moçambique), que em muitos casos traziam animais domésticos. As larvas das moscas desenvolvem-se com facilidade nos excrementos ou em eventuais ferimentos desses animais. Quatro espécies do gênero *Chrysomya* (família Calliphoridae) foram introduzidas nas Américas: *C. rufifacies*, *C. megalcephala*, *C. putoria* e *C. albiceps*. As

duas primeiras são originárias da Ásia e da Oceania, *C. putoria* é nativa da África e *C. albiceps* tem origem na Europa, Ásia e África. Das quatro, apenas *C. rufifacies* não colonizou o Brasil, por razões ainda desconhecidas. As outras atingiram de modo rápido a maior parte do continente e parecem ter deslocado as populações de *Cochliomyia macellaria*, mosca nativa das Américas, encontrada do Canadá à Argentina (incluindo Antilhas e Ilhas Galápagos).

O CICLO DE VIDA

As moscas-varejeiras costumam frequentar feiras, mercados, depósitos de lixo a céu aberto e aterros sanitários. Em geral, são encontradas sobre carne, peixes, frutas, restos de comida, carcaças de animais e outros materiais orgânicos, principalmente em decomposição. Em geral, têm cor verde ou azul metálica e tamanho semelhante ou pouco maior que o da mosca doméstica (figura 1). Na maioria das espécies, as fêmeas adultas põem seus ovos em carcaças em

decomposição ou excrementos, onde as larvas alimentam-se e crescem. Ao atingirem o peso mínimo para a formação da pupa, as larvas abandonam as carcaças e enterram-se no solo, em locais próximos, transformando-se em se-guida em pupa e depois em adultos. O ciclo completo, de ovo a adulto, leva cerca de 10 a 12 dias.

Criadas em condições assépticas, as larvas de algumas espécies, como *Phaenicia sericata*, *Phormia regina* e *Lucilia illustris*, podem auxiliar no tratamento da osteomielite (inflamação da medula óssea). Ao se alimentarem, retiram do local lesado bactérias e substâncias nocivas resultantes do processo inflamatório. Também são úteis em investigações criminais, principalmente no caso de homicídios, por serem as primeiras espécies atraídas por cadáveres. O tempo de desenvolvimento de larvas e pupas e sua disposição no solo permitem que peritos criminais especializados estimem quando a vítima morreu ou tirem conclusões sobre o local da morte.

C. megacephala e *C. putoria* são conhecidas, na África e Ásia, como moscas-de-latrina, por freqüentarem banheiros públicos e procriarem em fezes humanas, o que facilita a transmissão ao homem de várias doenças causadas por bactérias, vírus, protozoários e vermes. Além disso, moscas-varejeiras causam a miíase humana e animal – presença de larvas em feridas, popularmente chamada de ‘bicheira’. Certas espécies podem provocar outros prejuízos econômicos em sistemas de produção animal ou de produtos deles derivados. *C. putoria* é encontrada com freqüência em granjas, procriando com sucesso nas fezes das aves misturadas ao conteúdo de ovos quebrados. A grande concentração de moscas perturba a alimentação das aves e facilita a introdução de doenças no aviário. No sudeste Asiático, *C. megacephala* é uma das principais causas de per-

das na indústria pesqueira, já que também procria em peixes expostos ao sol, inclusive aqueles com alto teor salino.

O MODELO MATEMÁTICO POPULACIONAL

Os estudos sobre a ecologia populacional das espécies invasoras *C. megacephala*, *C. putoria* e *C. albiceps* e da espécie nativa *C. macellaria* foram realizados através de uma análise quantitativa, utilizando um modelo matemático que incorpora parâmetros demográficos. O uso desses modelos – particularmente de equações que avaliam o comportamento populacional – é bastante freqüente, tendo aplicação em diversas áreas da biologia. Além disso, esses modelos permitem simulações de como a população se dispersa. No caso das moscas-varejeiras, o modelo usado parte do princípio de que a competição das larvas por alimento em diferentes densidades tem efeito sobre a fecundidade e a sobrevivência dos adultos resultantes, interferindo portanto no número de indivíduos da geração seguinte.

Combinando parâmetros como densidade larval, fecundidade, sobrevivência, taxa de difusão e percentual de fêmeas na população (50%), equações matemáticas foram utilizadas para analisar o comportamento dinâmico populacional das quatro espécies. Através dessas equações, o tamanho da população foi calculado em cada geração e os resultados podem ser analisados pelas observações dos gráficos produzidos por dois tipos de modelo: um que não leva em conta a migração entre populações locais (modelo não-espacial) e outro que considera essa migração (modelo espacial). Tais modelos revelam como a dinâmica populacional dessas espécies se comporta no decorrer do tempo.

A análise feita através do modelo não-espacial indicou que o comportamento dinâmico das invasoras é dife-

rente do verificado na espécie nativa. *C. megacephala* (figura 2-A) *C. putoria* (figura 2-B) e *C. albiceps* (figura 2-C) exibem comportamento cíclico de dois pontos, ou seja, o tamanho da população oscila entre um valor máximo e um mínimo ao longo das gerações. Já a nativa *C. macellaria* apresenta equilíbrio estável de um ponto, que leva à estabilização da população em apenas um valor (figura 2-D).

No modelo espacial, o comportamento das populações foi simulado através de mapas acoplados em reticulados (definidos, do ponto de vista biológico e no contexto deste estudo, como sistemas dinâmicos que permitem analisar como a migração interfere em cada população). O modelo considerou que a migração de indivíduos para populações vizinhas ocorreu normalmente por simples difusão: em cada geração, frações fixas de cada população (situadas em nove pontos do reticulado) dispersaram-se para populações vizinhas (os outros pontos).

Na espécie nativa, a migração por difusão não produziu alterações qualitativas na dinâmica, já que, ao longo das gerações, o tamanho da população oscilou tendendo ao equilíbrio de um ponto. Mas houve um efeito quantitativo: a dispersão reduziu a amplitude das oscilações e o equilíbrio foi na maioria dos casos atingido em menor tempo (figura 2-D). Já nas espécies invasoras os efeitos foram qualitativos e quantitativos (figuras 2-A, 2-B e 2-C). Foi demonstrado que, em algumas populações, particularmente em *C. albiceps* (figura 2-C), a migração pode alterar o comportamento dinâmico do ciclo limite de dois pontos para equilíbrio estável de um ponto (efeito qualitativo) e, além disso, variações na amplitude do ciclo (efeito quantitativo) também foram detectadas. Embora seja prematuro estabelecer relações diretas entre o comportamento dinâmico e o sucesso na colonização e extinção, alguns cientistas argumentam

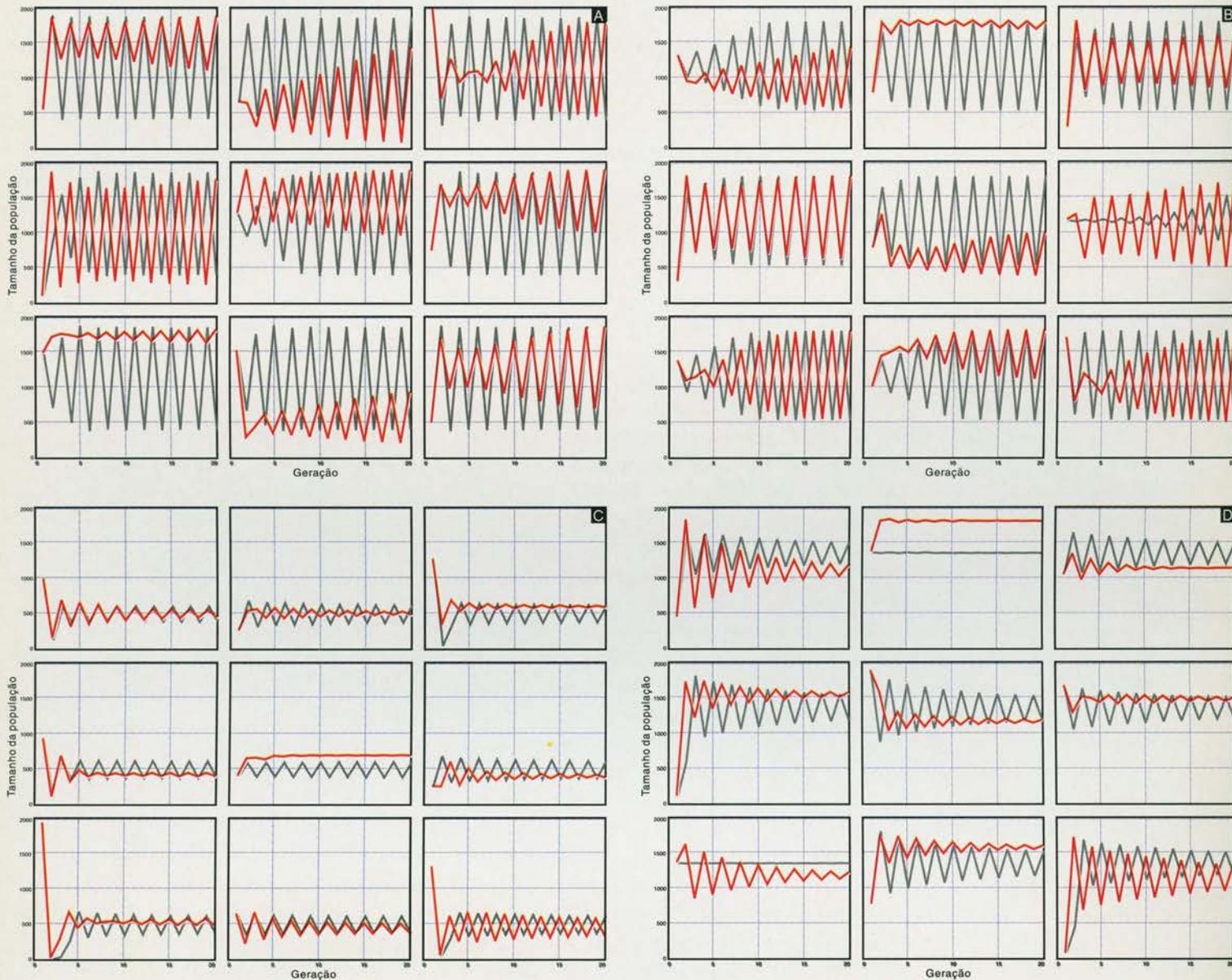


Figura 2. Evolução do tamanho da população — ao longo de várias gerações — para diferentes populações das espécies invasoras *Chrysomya megacephala* (A), *Chrysomya putoria* (B), *Chrysomya albiceps* (C) e da espécie nativa *Cochliomyia macellaria* (D). O tamanho populacional foi calculado através do modelo não-espacial, sem considerar a migração entre populações (linha cinza), e do modelo espacial, levando em conta a migração (linha vermelha).

que, sob certas circunstâncias, o comportamento dinâmico que tende à estabilização (detectado neste estudo em *C. macellaria*, nos dois modelos) pode conduzir mais facilmente as populações locais à extinção.

Na natureza, os insetos em geral apresentam diversas populações acopladas por migração. Nessas circunstâncias, comportamentos dinâmicos não-estáveis podem reduzir o grau de sincronia

entre as populações, diminuindo a probabilidade de extinção simultânea. Mesmo admitindo que outros fatores biológicos e físicos possam interferir na dinâmica populacional, as simulações forneceram dados que podem ajudar a compreender os processos ecológicos envolvidos nas interações populacionais entre as espécies de moscas-varejeiras.

Pesquisas recentes, que combinam a

análise teórica de modelos dinâmicos com a manipulação de populações experimentais, têm confirmado a existência de conexões significativas entre a magnitude de parâmetros demográficos e a mudança de equilíbrio dinâmico. Tais conexões podem, portanto, levar a associações entre as características de comportamento dinâmico e a probabilidade de sobrevivência e extinção de populações.



Incentivos às áreas
de biotecnologia,
química fina e
informática.
Apoio a 16 pólos
tecnológicos,
especialmente
nas áreas de
eletro-eletrônica,
metal-mecânica,
agropecuária e
alimentos.
Consolidação da
Rede Estadual de
Informações em
Ciência e Tecnologia
(Rede Tchê).

AQUI O ESPÍRITO CIENTÍFICO É TRANSFORMADO EM MATÉRIA.

Com pesquisa e apoio tudo se modifica. É assim que o Rio Grande do Sul planeja sua política de desenvolvimento. Integrar ciência e tecnologia tem sido uma prática permanente do Governo do Estado, que incentiva o avanço tecnológico e a capacitação de novos talentos. Para o Rio Grande, investir em pesquisa só traz benefícios. Afinal, foi deste jeito que se transformou no Estado com a melhor qualidade de vida do país.



Um antídoto contra conceitos reducionistas



Le cerveau et la liberté. Pierre Karli. Editions Odile Jacob, Paris, 1995, 360 p.

Os progressos recentes das neurociências e das ciências computacionais (redes neurais) levaram alguns cientistas, como R. W. Sperry, J. C. Eccles, P.-M. Changeaux, P. M. Churchland e A. R. Damasio, a refletir sobre as implicações desses novos conhecimentos para a compreensão de problemas psicológicos e filosóficos fundamentais, como a consciência humana e o livre-arbítrio. As posições desses autores têm variado de um reducionismo biológico extremado (P.-M. Changeaux) à reedição do dualismo cartesiano (J. C. Eccles).

Neste contexto, merece atenção o lançamento do livro *Le cerveau et la liberté* (O cérebro e a liberdade), de Pierre Karli. O autor foi professor de neurobiologia na Universidade de Estrasburgo, Alsácia, durante mais de 30 anos. Sua principal contribuição científica foi a descoberta do com-

portamento muricida do rato, realizada em 1956. A partir dessa data, P. Karli dedicou sua carreira científica ao estudo das bases neurais da agressão. Ao interromper sua atividade de pesquisa, em 1985, Karli inicia uma nova fase de produção intelectual e sua atenção se desloca para a história e a epistemologia das ciências biológicas, tendo organizado um centro de pesquisa sobre este tema na Faculdade de Medicina da Universidade de Estrasburgo, onde trabalha atualmente. Simultaneamente, preocupa-se em dirigir-se a um público mais amplo e divulgar suas reflexões sobre as consequências dos conhecimentos neurobiológicos para a vida quotidiana. Foi assim que veio à luz seu primeiro livro, *L'Homme agressif* (Ed. O. Jacob, 1987), no qual faz um balanço dos conhecimentos até então adquiridos sobre as bases neurais da agressão e discute suas implicações sociais, entre elas apontando o uso ideológico de alguns resultados de pesquisas neurobiológicas. Agora, retoma este mesmo filão para abordar um tema ainda mais complexo e polêmico, o da liberdade humana.

Como ponto de partida para suas indagações, P. Karli não coloca em dúvida a realidade fenomenológica da ex-

periência do livre-arbítrio, como o fazem muitos pensadores de tendência reducionista, que procuram 'explicar' a questão pelo artifício da eliminação (*to explain away*). Entretanto, admite que essa liberdade é condicionada por várias limitações de natureza física, biológica e social. Ao contrário dos idealistas, P. Karli não situa a liberdade de escolha num plano material, mas busca suas raízes nas potencialidades proporcionadas pela evolução do cérebro humano, fruto da filogênese bem como da ontogênese, realizada em permanente diálogo com o ambiente físico, sociocultural e interpessoal.

O fulcro do pensamento de P. Karli é a concepção do ser humano como uma trindade composta pelo ser biológico, pelo ator social e pelo sujeito autoconsciente, que se integram em uma unidade irreduzível a quaisquer um destes componentes. Neste sentido, repudia o reducionismo, seja o biológico, seja o sociológico, seja o psicológico, reconhecendo a necessidade de uma multiplicidade epistemológica para abordar os três níveis de discurso em que se manifesta o fenômeno humano. O reducionismo filosófico – em contraste com o reducionismo metodológico, necessário à investigação

científica – incorreria, assim, no erro de tratar os diferentes níveis epistemológicos em termos que seriam adequados apenas a um deles. Com essa atitude, P. Karli abre-se ao diálogo com todas as áreas do conhecimento, admitindo a legitimidade – e mesmo a necessidade – de paradigmas diferentes dos adotados pelas ciências naturais (entre os quais a psicanálise) para compreensão do ser humano em sua totalidade. Não se deve, entretanto, confundir essa atitude de respeito à diversidade epistemológica com um ecletismo superficial, que pretenda amalgamar, de modo acrítico e inconsistente, conceitos provenientes de diversos níveis de análise.

Assumida explicitamente essa posição filosófica, P. Karli, neurobiologista, procura relacionar os três níveis da existência humana com estruturas cerebrais. Para isso, faz uma nova leitura do conceito de cérebro 'triuno', formulado pelo neurofisiologista norte-americano P. D. MacLean em 1977. De forma bastante resumida (e por isso não totalmente correta) pode-se dizer que P. Karli encontra no nível mesencefálico-diencefálico, ou seja no cérebro reptiliano de MacLean, as bases do 'ser biológico'. Essas regiões do cérebro contêm circuitos neurais, cuja função é elaborar comportamentos elementares de aproximação ou aversão, que garantem a sobrevivência do organismo e a satisfação de suas necessidades biológicas primárias. O nível do 'ator social' é fa-

cultado pelas estruturas subcorticais do cérebro anterior, que constituem o chamado sistema límbico, em particular o hipocampo e a amígdala. Tais regiões correspondem ao cérebro paleomamífero de Mac Lean. O sistema límbico é o substrato da memória e das emoções, funções essenciais para o reconhecimento dos sinais de comunicação social. São, portanto, funções que permitem a ortogênese, através de aprendizagem, e a inserção do sujeito num contexto social definido. Finalmente, o neocórtex – cérebro neomamífero de Mac Lean – seria o substrato do ‘sujeito autoconsciente’. Neste caso, desempenha uma função crítica o córtex pré-frontal, região muito mais desenvolvida no cérebro humano do que nos demais mamíferos. Dados de natureza clínica e experimental indicam que o córtex pré-frontal é a sede de complexas funções psicológicas, algumas exclusivamente humanas. Assim, indivíduos com lesões pré-frontais perdem a iniciativa e a criatividade, bem como são incapazes de planejar suas ações, ou seja, de regular o comportamento para ajustá-lo a planos preestabelecidos. P. Karli sugere que o córtex pré-frontal possibilita ao indivíduo ganhar um certo ‘distanciamento’ sobre o funcionamento das demais áreas cerebrais, permitindo-lhe formular o conceito de si mesmo (*self*) como uma personalidade íntegra e individual. Esse sujeito é capaz de atribuir significado e sentido a sua existên-

cia, exercendo seu livre-arbítrio (dentro de condições, como salientou J.-P. Sartre) para tomar decisões pelas quais assume responsabilidade moral. Para tanto, é necessário admitir (com R. W. Sperry) um processo de causalidade descendente, em que a mente – uma propriedade emergente da organização neural – passa a controlar (pelo menos em parte) a atividade cerebral.

Outro aspecto da concepção de P. Karli que merece menção especial é a visão do ser humano como um organismo em constante intercâmbio com o meio ambiente. Assim, o autor propõe que em cada nível de sua existência o ser humano desenvolve um permanente diálogo com o respectivo ambiente, ou seja: o ‘ser biológico’ dialoga com o ambiente físico, o ‘ator social’

com outros membros da sociedade, bem como com as regras e os valores gerados pela sociedade em que vive, enquanto o ‘sujeito autoconsciente’ dialoga com o mundo interior. A existência desse mundo interior é facultada pelo especial desenvolvimento do córtex pré-frontal, e seu conteúdo é configurado pela experiência de cada sujeito no meio sociocultural em que se desenvolve.

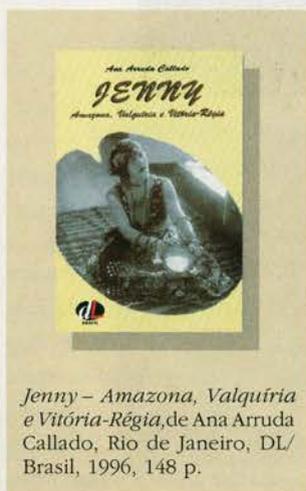
Le cerveau et la liberté dirige-se a diferentes tipos de leitor. Para o estudioso do substrato neural do comportamento, o livro contém uma revisão atualizada dos resultados experimentais que fundamentam os conceitos defendidos pelo autor, alinhados em mais de 400 referências bibliográficas. Deve ser, contudo, especialmente interessante para os que supera-

ram a ilusão onipotente de que o conhecimento de sua especialidade pode abranger toda a realidade, compartilhando com o autor uma posição de respeito à multiplicidade epistemológica. A publicação deste livro é particularmente oportuna, por oferecer um antídoto contra conceitos reducionistas, veiculados com frequência pelos meios de comunicação de massa. Como exemplos destes, podemos citar a identificação da depressão patológica do humor (nível psicológico) com a falta do neurotransmissor serotonina (nível neuroquímico).

Frederico G. Graeff

Laboratório
de Psicofarmacologia,
Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras
de Ribeirão Preto,
Universidade de São Paulo.

Guerreira inconseqüente



Jenny – Amazona, Valquíria e Vitória-Régia, de Ana Arruda Callado, Rio de Janeiro, DL/Brasil, 1996, 148 p.

Deixando de lado o estilo acadêmico, Ana Arruda Callado apresentou, em sua tese de doutorado defendida na Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a história de uma pesquisa da qual participa como personagem. Trata-se da procura por uma jornalista que viveu de 1906 a

Janeiro, de 1934 a 1960, mas foi esquecida pela cidade de Serra Negra, em São Paulo, onde nasceu e por onde a pesquisadora começou a busca no cartório, na biblioteca, nos monumentos e nos jornais locais, movida por lembranças de seus pais.

O levantamento da revista *Walkyrias*, na Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, revela-se surpreendente e insti-

gante. Como foi possível manter sem interrupções uma revista mensal, de 1934 a 1946, e retomá-la – embora sem o mesmo fôlego – de 1955 a 1960? Como entender a atuação da proprietária da revista, jornalista que se iniciou na revista *Fon-Fon* e colaborou em vários jornais de prestígio do Rio?

Com uma linguagem coloquial e sem contagiar-se pelo linguajar das *Walkyrias*, a pesquisadora procura desvendar a vida e a atuação dessa mulher, considerada boêmia, extravagante, imprevidente e escandalosa pela família, mas que se manteve fiel por toda a vida a um casamento malvisto e morreu sem recursos, num abrigo para idosos em Nova Friburgo, no Estado Rio de Janeiro.

A dubiedade ideológica da

revista, aceitando ou solicitando colaboração da direita e da esquerda, não é exclusividade das *Walkyrias*, nem o pendor pelo fascismo e pelo nazismo em sua forma nacional, o integralismo, durante o Estado Novo. Isso era frequente em toda a imprensa no período anterior à Segunda Guerra Mundial. O que surpreende nas *Walkyrias* é a postura guerreira do título, supostamente militante, como “única voz das mulheres brasileiras entre 1934 e 1946”, e a proposta de esclarecer as leitoras tratando de moda, acontecimentos sociais e políticos, matérias pagas, com a frivolidade e a superficialidade das colunas sociais.

Ana Arruda aponta o tratamento sarcástico e depreciativo que os críticos deram às literatas do Clube das Vitó-

rias-Régias, chamando-as de “espevitadas, flores de enfeite da sublitteratura”, que “exibiam suas pessoas acima de seus escritos mergulhando no ridículo”. As feministas da década de 70, que às vezes pecam pela excessiva seriedade de sua produção, nem sempre têm consciência da existência desses diferentes níveis de trabalho intelectual feminino, literário, crítico ou jornalístico que deram origem a uma sistemática desqualificação dos estudos sobre a mulher e do trabalho feminino como um todo.

Jenny Pimentel Borba, com seus artifícios para ascender socialmente, forjando uma família de 400 anos através de um tosco jornalismo pré-moderno e de uma sublitteratura escandalosa, parece ter sido uma versão mal-sucedida do

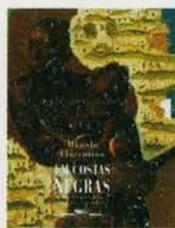
arrivista social, que se aproxima daqueles que detêm o poder no momento e não hesita em conviver com os principais vilões da corrupção oficial.

Surgindo como jornalista em Campinas, ainda jovem, sob o pseudônimo de Helena de Tróia, Jenny se apresenta na segunda fase das *Walkyrias* com a imagem de grande dama, mulher de negócios, artista e *socialite*. A abertura da revista a algumas feministas, em sua primeira fase, foi apenas uma expressão do ecletismo ideológico da imprensa, sem qualquer preocupação social mais conseqüente.

**Miriam Lifchitz
Moreira Leite**

*Núcleo do Imaginário
e Memória,
Universidade de São Paulo.*

C H • R E C O M E N D A



Em costas negras

*Manolo Florentino
Companhia das Letras, 1997*

O autor revela uma nova face da escravidão no Brasil através de pesquisa minuciosa, apoiada em métodos estatísticos, fornecendo explicações não abordadas pelos clássicos da historiografia brasileira. Graças a esse trabalho ga-

nhou o Prêmio Arquivo Nacional de Pesquisa de 1993. Depois de analisar o tráfico de escravos entre o Rio de Janeiro e a África entre 1790 e 1830, Florentino demonstra que esse comércio estava tão ligado à economia fluminense em expansão como aos grupos africanos relacionados com o tráfico e à comunidade mercantil do Rio de Janeiro. Nesse cenário destaca-se a figura do traficante carioca, que fazia parte da elite econômica colonial, transitando livremente pelas esferas de poder do Estado.



Ornitologia brasileira

*Helmut Sick
Rio de Janeiro
Editora Nova Fronteira, 1997*

Esta obra foi originalmente publicada em 1985, pela Editora da Universidade de Brasília, e transformou-se num marco divisório da ciência que estuda as aves no nosso país. Helmut Sick influenciou

toda uma nova geração de ornitólogos em atividade hoje e é reconhecido como o nosso último grande mestre dessa matéria. O livro sintetiza a ampla experiência do pesquisador com as quase 1.700 espécies de aves ocorrentes no Brasil e traduz numa linguagem acessível toda a sua prática, fundamentada em mais de 50 anos de cuidadosas e pacientes observações. O autor, nascido na Alemanha, chegou ao Brasil em 1939, aos 29 anos de idade e ingressou no Museu Nacional em 1959.

GREENPEACE

FILIE-SE

**Porque as ações falam mais
alto do que as palavras**

0800-112510

Rua dos Pinheiros 240 Conjunto 32 - CEP: 05422-000 - São Paulo - SP

Fone/Fax: (011) 282-5500

Email: greenpeace.brazil@dialb.greenpeace.org

QUANDO A CAÇA CONSERVA A MATA

Programas educativos fornecem às comunidades rurais informações para que elas mesmas avaliem os custos e benefícios das alternativas e manejos de recursos importantes à sua subsistência e se tornem capazes de resolver os dilemas de uso da terra. É o que demonstra esta pesquisa, feita em colaboração com o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Paragominas, em pequeno grupo ribeirinho do Estado do Pará que tem na caça não-predatória fator básico de sobrevivência. Juntos, pesquisadores e habitantes do local constataram que a existência de caça no futuro depende da mata. É um exemplo de que a dependência da vida silvestre poderá estimular as populações a conservar as florestas e a resistir às pressões dos madeireiros.

**MARGARET JOYCE CYMERYS
PATRÍCIA SHANLEY
LÊDA MARCIA LUZ**

Woods Hole Research Center (Estados Unidos). Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.

Nas comunidades caboclas habitantes das margens do rio Capim, na região nordeste do Estado do Pará, a caça (que responde por 20% de proteína), os peixes e os frutos nativos são fundamentais para a nutrição das famílias. Tal dependência da vida silvestre poderá estimular a população local a conservar as florestas – onde 82% dos animais são capturados – e vencer o problema do uso da terra, que ainda a leva a comercializar madeira e a praticar agricultura de corte e queima das matas, ao invés de utilizar apenas a capoeira.

A mandioca, principal produto agrí-

cola na dieta alimentar da população que vive às margens do rio Capim, provê a maior quantidade de carboidratos consumida, mas tem somente cerca de 1% de proteína. Desse modo, a prática da caça torna-se fundamental. É importante frisar seu caráter não-predatório, tanto que ainda existem ali muitas espécies em extinção em outras áreas da região. *Chiropotes satanas satanas* (cuxiú), *Alouatta belzebu belzebu* (guariba) e *Priodontes maximus* (tatu-açu), mencionados no *Livro vermelho de mamíferos brasileiros ameaçados de extinção*, justamente em função da pressão de ca-



Figura 1. A imagem do satélite Landsat mostra o uso da terra na região do rio Capim, em 1991: a floresta primária aparece em verde escuro, as florestas secundárias em verde claro, as pastagens em vermelho e o solo exposto em bege, e a área assinalada (no centro) é o território comunitário.

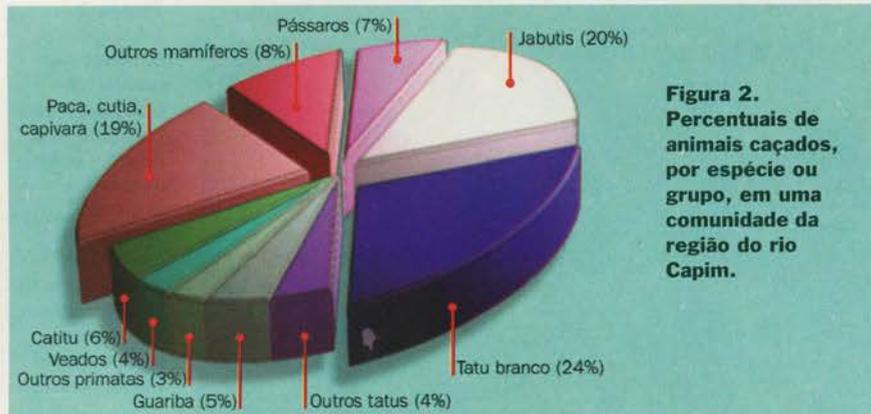


Figura 2. Percentuais de animais caçados, por espécie ou grupo, em uma comunidade da região do rio Capim.

çadores, ainda aparecem naquelas florestas comunitárias.

Nas últimas décadas, os padrões regionais de uso da terra sofreram drásticas alterações, criando a necessidade de manejo mais intensivo (figura 1). Nos anos 80, chegaram fazendeiros requerendo a posse das terras ao redor das comunidades, expulsando moradores, estabelecendo pastagens e explorando madeira. Tais mudanças provocaram maior fragmentação na paisagem, isolamento dos pequenos produtores, distanciados das florestas, e restrições ao movimento de caça. A venda de madeira vem aumentando nos últimos anos, em função das pressões econômicas e da presença de madeireiros mecanizados, que utilizam as estradas dos fazendeiros. Os caçadores assumem a defesa das árvores frutíferas, de onde os animais tiram alimento, mas mesmo assim a exploração de madeira acaba deixando a floresta mais empobrecida para a manutenção da caça.

Uma pesquisa desenvolvida pelo Woods Hole Research Center (WHRC), em colaboração com o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Paragominas, tem demonstrado o valor da caça para as famílias e a possibilidade de transformá-la em estímulo à diminuição da perda da floresta. Os caboclos têm perfeita ciência de que a perda da floresta equivale à perda da caça.

Nossa abordagem tem por objetivo colaborar com os usuários tradicionais,

para que possam perceber a importância dos recursos florestais e tornem-se capazes de resolver seus dilemas de uso da terra e conservação. Para isso, tomando como fonte uma comunidade do rio Capim, com cerca de 1.500 ha de floresta explorada, apresentamos dados relativos aos métodos de caçada, diversidade de espécies capturadas e consumo de proteína proveniente de carne silvestre. Finalmente, discutimos a utilidade desses resultados em programas de educação que visam a conservação de florestas.

Os dados preliminares apresentados foram coletados entre setembro de 1993 e março de 1994, segundo o método de anotação participativa. Cada uma das 35 famílias da comunidade pesquisada recebeu uma balança de até 12kg e um caderno ilustrado, para anotar o peso de todos os animais coletados. Membros da comunidade foram treinados para visitar as famílias, semanalmente, anotando outras informações, mais detalhadas, a respeito de cada animal caçado. Entrevistas e observações mensais da responsabilidade dos autores foram usadas para checar a validade dos dados.

Das 35 famílias da comunidade em questão, 27 possuíam pessoas que caçavam durante o período da pesquisa. Carne de caça foi consumida pela família, partilhada com parentes e vizinhos ou eventualmente comercializada. As técnicas de caça variaram. A mais comum – empregada em 50% dos casos –

é a caçada convencional, onde se vai andando pela mata, com ou sem cachorro, atirando e matando os animais encontrados. O balador – espécie de espingarda feita à mão, com uma linha presa ao gatilho – é bastante usado, aparecendo em 19% das caçadas, para matar tatu (*Dasybus spp.*), paca (*Agouti paca*) ou veado (*Mazamaspp.*). Posicionando-se a arma ao longo da trilha do animal, apresta-se sua linha, esperando a passagem do animal, durante a noite. Também no período noturno, na época da produção de determinados frutos, usa-se a técnica da espera, ou mutá – plataforma construída junto a uma árvore que esteja florindo ou frutificando, onde o caçador, armado, aguarda o aparecimento do animal faminto. Igualmente tradicional, esse método é utilizado na caça de veado, paca ou anta (*Tapirus terrestris*), estando presente em 10% das caçadas.

Os caboclos do rio Capim escolhem suas refeições diante de grande diversidade de animais silvestres. Predominam entre estes as espécies que se reproduzem rápido, como tatus e roedores, sendo mínimo o consumo alimentar de outras, caracterizadas pela baixa produção anual, como macacos (figura 2).

Os colonos da Amazônia utilizam muito os roedores, mas também diversificam a caça, como fazem os grupos indígenas. A captura de tatus é relativamente mais alta, nessa comunidade, do que outros estudos já demonstraram. Algumas espécies, como a queixada (*Tayassu pecari*) e a anta, importantes no consumo dos colonos da Amazônia, não foram detectadas na amostragem do rio Capim, provavelmente devido à baixa incidência na região. No entanto, a seleção das presas e as preferências de carne mencionadas pelos caçadores indicam que eles não costumam se esforçar para focalizar espécies vulneráveis.

Nossa pesquisa pôde identificar pelo menos 31 espécies entre os animais

caçados, incluindo dois répteis, nove pássaros de maior porte – não computados os passarinhos, abatidos com estilingues por crianças – e 20 mamíferos. A espécie mais caçada é o tatu branco (*Dasytus novemcinctus*), com 27% dos animais mortos e 21% do peso total da caça. Também têm participação representativa a paca, a cutia e o jabuti branco (*Geochelonespp.*), com 9%, 9% e 13%, respectivamente. Todas essas espécies reproduzem-se com relativa rapidez e estão amplamente distribuídas, sendo, portanto, menos suscetíveis à extinção pela caça.

No período de seis meses, as 27 famílias, cujos membros se dedicavam em algum nível à captura de animais silvestres, abateram 1.900kg de caça. Descontados 40% desse peso (ossos, pele e cabeça) e dividido o restante, equitativamente, entre as famílias, chega-se a um consumo familiar de 42kg, ou 7kg por mês. Pode não parecer muito, mas o custo de sua substituição seria problemático para muitas famílias do interior.

Nos marreteiros, barcos que fazem comércio nas margens do rio, o custo seria de US\$ 100. Na comunidade, idêntica quantidade de charque não sairia por menos de US\$ 260. Segundo estimativa dos próprios caboclos sobre a produção doméstica média de 10 sacos de farinha por mês, a caça representa uma economia de até um terço da renda familiar. A família que consome 18kg de carne de caça por mês (em média) economiza o equivalente a cerca de três a sete sacos de farinha no mesmo período.

Considerando 20% de proteína animal em carne de animais silvestres, e seis pessoas, em média, por família, estimamos que as famílias que têm caçadores foram capazes de suplementar suas dietas com cerca de 8g de proteína por dia e por pessoa. Isso perfaz de 22% a 28% da proteína necessária a um adulto, de acordo com a Organização Mundial de Saúde. Além disso, a caça



Figura 3. Educação baseada em pesquisas realizadas nas comunidades do rio Capim, com os próprios caçadores mostrando a importância da conservação da floresta para evitar a perda da caça.

tem importância social, considerando sua partilha, a coesão comunitária que gera e o prestígio que confere aos caçadores.

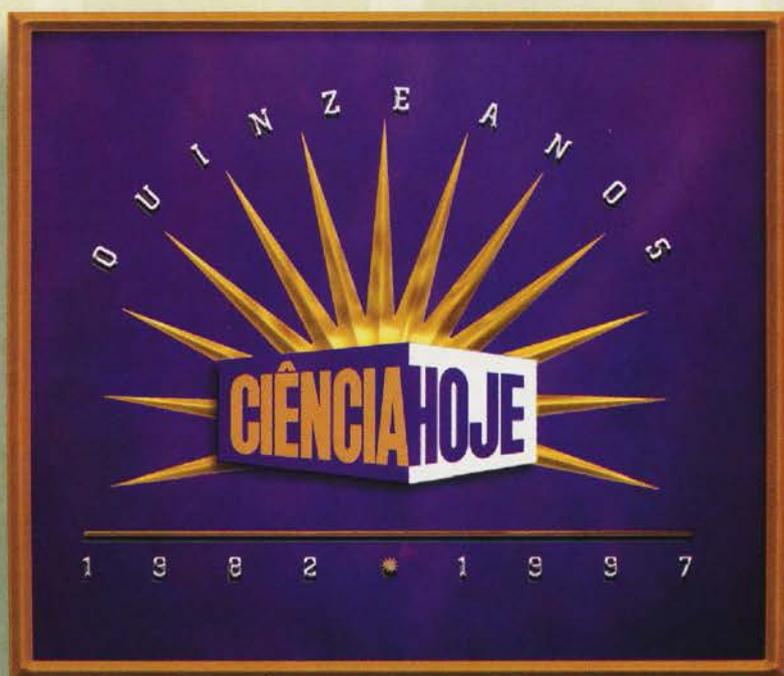
Tais dados mostram que o fim das florestas levaria ao empobrecimento e à diminuição das oportunidades para as populações locais. A possibilidade de continuar a ter caça disponível, no futuro, depende da conservação da mata. Isso é freqüentemente mencionado pelos moradores da região. Assim, através da educação comunitária, o valor da caça pode servir como incentivo ao uso da mata sem derrubá-la.

Nosso programa de pesquisa e educação trabalha com comunidades e organizações de base para calcular o valor das florestas, determinar os limites dos seus recursos e desenvolver estratégias de manejo e alternativas para o uso da terra. Os resultados expostos foram apresentados à população local em reunião interativa, com debates, peças de teatro, exposição de cartazes, mapas e imagens de satélite.

Os cartazes mostravam que, durante um ano, 232kg de caça, incluindo 18 pacas e quatro veados, foram capturados debaixo de piquizeiros (*Caryocar villosum*), prova da vinculação entre a árvore frutífera e o animal. Também revelavam que quase toda a caça (82%) foi abatida na floresta (figura 3), esclare-

cendo a relação entre a presença desta e a disponibilidade daquela. Uma peça teatral, na qual os próprios membros da comunidade representaram os diversos papéis, comparou a venda de madeira à venda das frutas. No caso do bacuri (*Platonia insignis*), por exemplo, o comércio de uma única safra de frutas rende 25 vezes mais que a derrubada da árvore.

Avaliando o trabalho educativo diante da decisão de abrir novos espaços para atividades agrícolas, no ano estudado, 28% das famílias foram amostradas. Destas, 40% mudaram a localização de suas áreas de roça, deslocando-as da floresta para a capoeira. Nitidamente preocupada com a conservação de seus recursos florestais, outra comunidade vizinha, também participante da pesquisa, recusou-se a comercializar madeira com os marreteiros, e ao mesmo tempo decidiu não lotear sua terra comunitária, evitando a fragmentação da mata nela situada e dando início ao debate sobre demarcação de uma reserva. Tudo isso mostra o potencial de programas de educação para fornecer às comunidades rurais informações necessárias para que elas mesmas avaliem custos e benefícios de alternativas e manejos de recursos, tão importantes à sua subsistência quanto ao futuro da floresta amazônica.



É CIÊNCIA HOJE,

CIÊNCIA HOJE está fazendo 15 anos. Lançada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

(SBPC) para revelar, a um público o mais amplo possível,

brasileiros realizaram e realizam, nas diversas áreas do

ta alcança

do, do que

Nessa

res, corretas e atualizadas, em trabalhos assinados por mais de 2 mil cientistas, de diferentes

cantos do país e diferentes áreas de estudo, e em reportagens e notícias. Seus autores pertencem

a praticamente todas as universidades federais e estaduais e a

de pesquisa, públicos ou particulares. São ainda inestimáveis

de profissionais

dos países e de

Enquanto a

129 edições consciente de que

qualquer outra publicação não restrita a grupos acadêmicos.

década e meia, os leitores receberam informações multidisciplina-

res, corretas e atualizadas, em trabalhos assinados por mais de 2 mil cientistas, de diferentes

cantos do país e diferentes áreas de estudo, e em reportagens e notícias. Seus autores pertencem

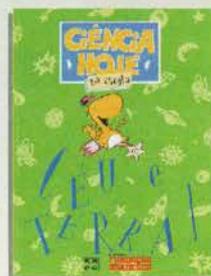
a praticamente todas as universidades federais e estaduais e a

de pesquisa, públicos ou particulares. São ainda inestimáveis

de instituições de ensino e

organizações não-governamentais.

revista garantia a tantos autores mais de 10 mil páginas de



Participaram conosco desse trabalho de divulgação incontáveis instituições nacionais

ARQUIVO NACIONAL * CENTRO BRASILEIRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO * CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS * CENTRO DE ESTUDOS DA CULTURA CONTEMPORÂNEA * CENTRO DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO EM HISTÓRIA CONTEMPORÂNEA * CENTRO DE PESQUISAS DA PETROBRAS * CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA * CENTRO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA * COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA * COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS * CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO * COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR * COORDENAÇÃO DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA * EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA * ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA * ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ * FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL * FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA * FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS * FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS * FUNDAÇÃO CASA DE RUI BARBOSA * FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS * FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE * FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS * FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO * FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO * FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS * FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO * FUNDAÇÃO PRÓ-MEMÓRIA * FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ * FUNDO MUNDIAL DA VIDA SELVAGEM * HERBÁRIO BARBOSA RODRIGUES * INSTITUTO ADOLFO LUTZ * INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES SOCIAIS E ECONÔMICAS * INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA * INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS * INSTITUTO BUTANTAN * INSTITUTO DE ESTUDOS DA RELIGIÃO * INSTITUTO DE ESTUDOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E POLÍTICOS DE SÃO PAULO * INSTITUTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA * INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS * INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL * INSTITUTO DO CORAÇÃO * INSTITUTO LUDWIG DE PESQUISAS SOBRE O CÂNCER * INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA * INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EM EDUCAÇÃO * INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA * INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS * INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER * INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISAS DO RIO

TEM QUALIDADE

*espaço privilegiado, o projeto **CIÊNCIA HOJE** multiplicou-se. Ciência Hoje das Crianças, primeira e única publicação do país a levar ciência, de forma clara e infantil, chega há mais de 10 anos a alunos de cerca de e a milhares de assinantes. O **Jornal da Ciência** distribui a associados da **SBPC**, bolsistas brasileiros no exterior e assinantes notícias e comentários de especialistas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Mais recente é **CH on line**, nossa página na Internet, que integra*



divertida, ao público 200 mil escolas públicas

esse esforço de projeto lançou



*divulgação à chamada estrada do futuro. Na área de multimídia, o edições especiais em disquete (**Einstein no Brasil** e **Histórias infantis**)*

e um CD-Rom de divulgação científica para crianças.

*Por tudo isso, **CIÊNCIA HOJE** orgulha-se de, superando todas as dificuldades, chegar aos 15 anos atenta ao que ocorre no mundo científico, inteligência brasileira e contribuindo para o to da terra e da sociedade em que vivemos.*



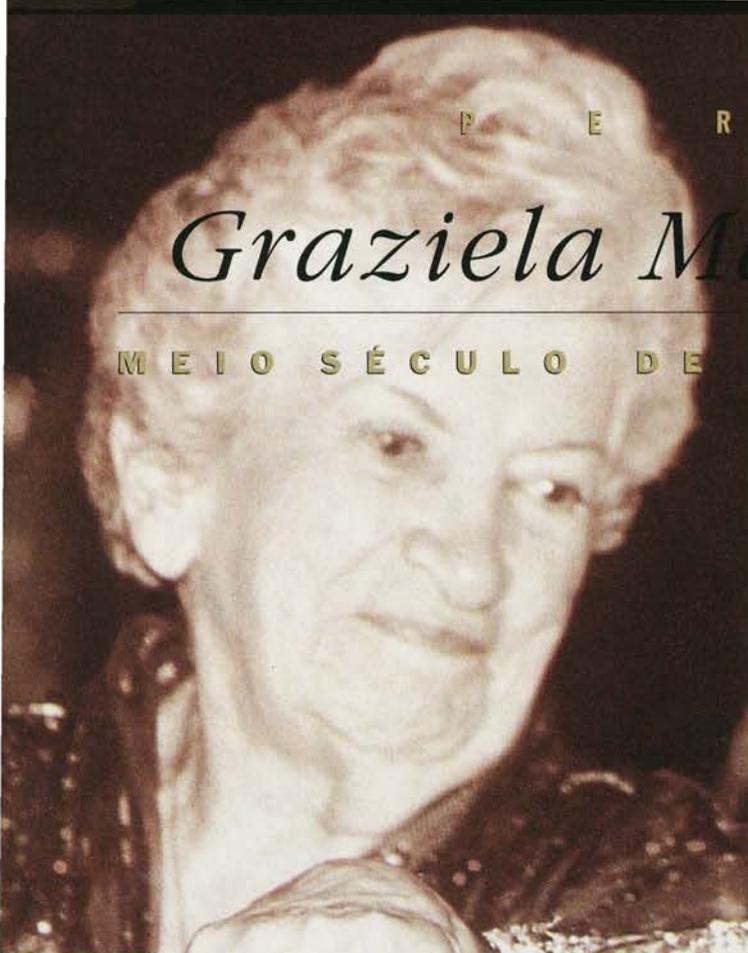
*apostando na in-
melhor conhecimen-*

de ensino e pesquisa e outras, entre as quais citamos, por ordem alfabética, estas:

DE JANEIRO * JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO * LABORATÓRIO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA * MUSEU DO ÍNDIO * MUSEU NACIONAL * MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI * OBSERVATÓRIO NACIONAL * PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (MG) * PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (RJ) * PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (RS) * PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (SP) * SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO * SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA * UNIÃO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA * UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS * UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS * UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA * UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL * UNIVERSIDADE DE RONDÔNIA * UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO * UNIVERSIDADE DO AMAZONAS * UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO * UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS * UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ * UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS * UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA * UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ * UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE * UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA * UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA * UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA * UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS * UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS * UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL * UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS * UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO * UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELotas * UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO * UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA * UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA * UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS * UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA * UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA * UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE * UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ * UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO * UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO * UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ * UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ * UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ * UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO * UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE * UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL * UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE * UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO * UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO * UNIVERSIDADE GAMA FILHO * UNIVERSIDADE SANTA ÚRSULA E SUPERINTENDÊNCIA DE CAMPANHAS DE SAÚDE PÚBLICA.

Graziela Maciel Barroso

MEIO SÉCULO DE AMOR ÀS PLANTAS



Ela já foi chamada de 'primeira grande dama' da botânica brasileira. Em sua homenagem, cerca de 25 espécies vegetais identificadas nos últimos anos foram batizadas com seu nome, como *Dorstenia grazielae* (caiapí-da-graziela), da família das moráceas (a da figueira); *Diatenopteryx grazielae* (maria-preta), uma sapindácea; e *Bauhinia grazielae*, conhecida como pata-de-vaca. Mas o maior orgulho da professora Graziela Maciel Barroso, aos 84 anos, é ter formado centenas de alunos nos seus mais de 50 anos de atividade.

Discreta, à primeira vista ela parece merecer mais a comparação com a violeta do que com as grandes árvores que receberam seu nome. Porém, ao conhecer sua vida, percebe-se que 'Dona Graziela', como quase todos a chamam, tem a mesma qualidade da madeira. Basta pensar: uma mocinha de 16 anos casa-se com um agrônomo e torna-se dona de casa e mãe. O trabalho do marido faz com que a família se mude sucessivamente para vários estados brasileiros. Só em 1940 ela fixa-se no Rio, e em 1942, com 30 anos, começa a trabalhar no Jardim Botânico,

ao qual dedica toda a sua vida profissional.

Como é que aquela jovem mãe e esposa (viúva aos 37 anos) teve tempo para estudar e reunir conhecimentos que, como seus ex-alunos revelam, "não estavam nos livros"? Em uma época em que não havia cursos de especialização em botânica no Brasil, ela formou a maioria dos botânicos hoje em atividade.

"Quando se abriam as inscrições para seus cursos, os candidatos faziam fila", conta a botânica e ex-aluna Ângela Studart da Fonseca Vaz. Os antigos alunos – hoje colegas – continuam ouvindo-a quando precisam de ajuda. Como Vera Klein, que viaja periodicamente de Juiz de Fora, onde leciona, para conversar com ela em seu apartamento, no Leblon, ou no Jardim Botânico, do qual ainda é consultora e onde ainda vai regularmente.

Ciente da modéstia da mestra, Vera conta:

"Dona Graziela já orientou 50 teses de mestrado e 15 de doutorado. Tem cerca de 60 artigos publicados em periódicos especializados. Seu livro mais recente, *A morfologia dos frutos e sementes de dicotiledôneas brasileiras aplicada à sistemática*, está em fase final de revisão, será publicado em breve pela Universidade Federal de Viçosa (MG). Entre outras homenagens, o prédio da botânica sistemática do Jardim Botânico recebeu seu nome em 1989. Mas a homenagem mais original aconteceu no carnaval passado: o convite da Escola de Samba Unidos da Tijuca, do Rio de Janeiro, para que participasse do seu desfile em comemoração aos 189 anos do Jardim Botânico, com o enredo *Viagem pelos cinco continentes num jardim*. Graziela Barroso foi entrevistada por Luisa Massarani e Maria Ignez Duque Estrada, de *Ciência Hoje/RJ*.

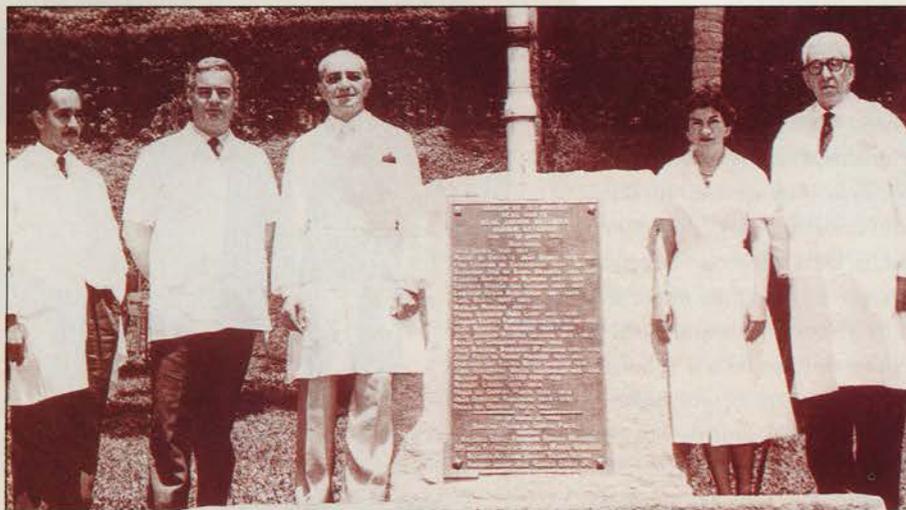
A senhora começou a trabalhar em botânica depois que seus filhos estavam já grandes...

Sim, já tinha 30 anos. Quando comecei a trabalhar no Jardim Botânico, em 1942, era estagiária, herborizadora. Só em 1945 houve concurso. Nessa época, não se exigia título universitário, nem havia mesmo uma universidade: os cursos eram feitos nas faculdades de filosofia e o concurso não exigia nenhuma especialidade. Fiz o concurso de botânica, para ser naturalista do Jardim Botânico. Nenhuma mulher tinha feito esse concurso, de modo que houve uma certa prevenção por parte dos candidatos homens, que eram cinco, sendo eu a única mulher. Eram cinco vagas. Eles achavam que era uma barbaridade uma mulher fazer esse concurso. Fiz e passei muito bem, em segundo lugar, e em 1946 fui trabalhar com meu marido em sistemática botânica. Foi ele quem começou a receber estagiários lá no Jardim, que não tinha nada disso, eram só aqueles botânicos célebres. Não havia uma preocupação em ter elementos novos. Mas meu marido morreu logo depois, em 1949, e continuei o trabalho dele. Eu recebia estagiários de toda parte e orientava, ensinava, transmitia.

Nessa época já estava na faculdade?

Não, só entrei para a faculdade em 1959. Fiz vestibular para o curso de biologia. Eram 140 candidatos e passei em décimo lugar. Foi até uma coisa que ninguém esperava porque eu já terminara meus estudos havia muito tempo. Estava com 47 anos e fui muito bem acolhida pelos colegas, todos jovens. Naquela época eram três anos de biologia e um de licenciatura para quem pretendia o magistério secundário. Comecei no Instituto Lafayette, que logo que entrei se tornou Universidade da Guanabara. Então me formei pela Universidade do

**FIZ O CONCURSO DE BOTÂNICA,
PARA SER NATURALISTA
DO JARDIM BOTÂNICO.
ERAM CINCO VAGAS. ELES ACHAVAM
QUE ERA UMA BARBARIDADE
UMA MULHER FAZER ESSE CONCURSO.
FIZ E PASSEI EM SEGUNDO LUGAR.**



DONA GRAZIELA FOI A PRIMEIRA MULHER A PRESTAR CONCURSO PARA O JARDIM BOTÂNICO. NA FOTO DA DÉCADA DE 50 APARECEM, AO SEU LADO, O DIRETOR, PAULO CAMPOS PORTO, E, DA ESQUERDA PARA A DIREITA, OS PESQUISADORES FERNANDO ROMANO MILANEZ, CARLOS TOLEDO RIZZINI E JOSÉ CORREA GOMES.

Estado da Guanabara, que é hoje Universidade do Estado do Rio de Janeiro, a UERJ.

Antes de prestar o concurso para o Jardim Botânico, a senhora já tinha contato com a botânica através de seu marido?

Muito pouco. Eu era mais dona de casa e mãe de família. Mas quando meu marido es-

tudava eu estava sempre perto dele. Quando eu era moçinha, fiz o curso da Escola Normal de Cuiabá (sou mato-grossense de Corumbá). Fiz três dos quatro anos, não cheguei a me formar, porque me

casei aos 16 anos, antes de acabar.

Seu marido era de lá também?

Não, ele era cearense e foi trabalhar em Corumbá. Lá me conheceu e nos casamos. Tive meu primeiro filho ainda lá, com 18 anos. Aí em novembro de 1930 viemos para o Rio.

Ele já veio direto trabalhar no Jardim Botânico?

Não. Ainda viajou muito. Fomos para o interior da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe, até que em 1940 nos fixamos definitivamente no Rio.

Mas ele sempre trabalhava diretamente ligado à botânica?

Sim. Estudava principalmente plantas têxteis, mas gostava

mesmo era de sistemática e fazia muitas excursões sozinho pelos matos de lá, porque morávamos naquelas estações experimentais do governo que eram no meio do mato. A gente não morava na capital. Ele viajava muito por aquelas cidadezinhas, coletando material e identificando. Ele sempre gostou muito de botânica. E em 1940 veio para o Jardim, já para a seção de sistemática. Morei no Horto Florestal, durante dois anos e meio, porque ele assumiu depois a chefia da silvicultura no Horto Florestal. Era um trabalho muito bonito. Foi nessa época que vim trabalhar no Jardim. Esse foi o meu começo. Depois, sempre me dediquei muito ao meu trabalho, sempre gostei muito do que faço e a coisa mais importante é que formei todos esses botânicos novos. E eles se destacaram de tal maneira que hoje são pesquisadores internacionais, melhores do que eu.

Quais foram os seus alunos mais destacados?

Muitos, como Lúcia d'Ávila Freire de Carvalho, especialista em solanáceas; Haroldo Calvalcante de Lima, especialista em leguminosas; Marli Pires Morim de Lima, também especialista em leguminosas; Maria do Carmo Mendes Marques, especialista em sistemática; Nilda Marquete Ferreira da Silva... Se eu fosse contar... Foi tanta gente que eu formei! Nem todos ficaram no Brasil. Muitos são professores universitários. Ana Maria Juliete, uma grande pesquisadora da Universidade de São Paulo (USP), fez, quando eu era professora em Brasília, um estágio comigo de seis meses. Até hoje dou aula nos cursos de pós-graduação. Agora mesmo estava com um curso programado para Pernambuco, mas tive uma gripe muito forte. Durante a gripe estudei, preparei o curso, mas depois um exame de sangue detectou uma anemia muito forte, e então não tive permissão do meu médico para viajar. Tenho também um curso pro-

**EXISTEM MUITAS ÁREAS MAL
TRABALHADAS, AQUI MESMO NO RIO.
PARECE MENTIRA, MAS EM 1995
DESCREVI DUAS ESPÉCIES NOVAS
EM TORNO DO JARDIM BOTÂNICO.
POR AÍ VÊ-SE COMO
A FALTA DE RECURSOS
PARA EXCURSÕES DIFICULTA.**



DIMITRI SUCRE (SEGUNDO DA ESQUERDA PARA A DIREITA)
É UM DOS DISCÍPULOS MAIS QUERIDOS DA MESTRA (AO SEU LADO).
NA FOTO, OS DOIS APARECEM ENTRE AMIGOS
EM NOVA FRIBURGO, RJ, EM 1972.

amar as plantas.

E assim tem sido a minha vida, sempre essa atividade de transmitir o que aprendo, porque não paro de estudar. Recebo muitas coisas novas, pesquisas novas de botânicos austríacos, alemães, franceses, leio os trabalhos deles e procuro transmitir para os meus alunos. Porque gosto disso, de trazer novidades para os alunos. Aprendo e transmito.

Qual foi a sua principal contribuição à sua área de especialidade, a sistemática?

O meu livro *Sistemática de angiospermas do Brasil*, adotado em todas as universidades do Brasil quando se faz botânica. E mesmo os pesquisadores estrangeiros que estudam plantas do Brasil usam esse trabalho. São três volumes, dos quais o

gramado na Universidade de Londrina.

A senhora chegou a trabalhar fixo em alguma outra instituição ou sempre no Jardim Botânico?

Trabalhei na Universidade de Brasília (UnB). Fui para lá em 1966 e fiquei três anos. Em princípio de 1969 voltei para o Jardim. O CNPq pediu que eu voltasse porque estavam sentindo a minha falta. Como eu estava muito aborrecida por causa das invasões à universidade e tinha participado de muitas coisas ali, preferi voltar.

Fui a primeira professora de botânica da UnB. Também ali eu era professora não só do Instituto de Botânica, mas também de alunos que faziam medicina. Consegui despertar amor pela botânica nesses alunos. Hoje, vários deles são médicos em Minas Gerais, mas sempre me telefonam. Depois do programa da Regina Casé [*Brasil Legal, em que a professora Graziela foi entrevistada*], eles me telefonaram, dizendo que nunca esqueceram tudo aquilo que ensinei. Foi ali que começaram a

primeiro foi publicado pela USP e os outros dois pela Universidade de Viçosa. Agora vai sair um sobre frutos e sementes com aplicação na sistemática, também pela Universidade de Viçosa. Publiquei também muitos trabalhos em revistas de várias entidades, como o Jardim Botânico, alguns em revistas estrangeiras, com participação de botânicos estrangeiros. Tenho muitos trabalhos publicados.

Mas a senhora não tem plantas em casa...

Justamente por amá-las muito não quero trazê-las para cá. Mas onde morei, em Pedra de Guaratiba, eu tinha um jardim lindíssimo. Quando me mudei, trouxe uma porção, mas não dá. Ficam muito fechadas, não têm sol suficiente, não se pode dosar a quantidade de água. Plantas não podem viver em um ambiente de dois quartos e sala. É muito sacrifício. Mas não podia mais continuar lá na Pedra de Guaratiba. Não havia segurança e principalmente por causa de minha saúde – embora eu seja uma pessoa que tenha saúde boa, mas precisava de certos recursos próximos.

A senhora tem predileção por alguma planta especialmente?

Gosto de todas, mas ultimamente tenho trabalhado muito com as mirtáceas – família da goiaba, da pitanga – do Rio de Janeiro, porque essa família é uma das mais ricas e menos conhecidas. Estudo as espécies silvestres. As pessoas que faziam levantamento fitossociológico reclamavam que não havia quem as identificasse, ninguém se interessava por elas, nem havia trabalhos sobre elas. O único estudo, além da *Flora Brasiliensis*, de Martius, de 1857-59, era o de um botânico dinamarquês, Kiaerkou, de 1892-99. Não havia mais nada. Os herbários eram pobres nessa família. Ninguém as coletava. Durante muitos anos, estudei as compostas, também uma família muito nume-

FIZ DOUTORADO, MAS JÁ TINHA PUBLICADO UMA PORÇÃO DE TRABALHOS. ACHO QUE DÃO IMPORTÂNCIA DEMASIADA A ESSAS COISAS, E O TÍTULO NEM SEMPRE CORRESPONDE AO SABER. MAS ESSES CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO TROUXERAM MUITA COISA BOA PARA A CIÊNCIA.



DONA GRAZIELA CONSIDERA SUA MISSÃO TRANSMITIR PARA OS JOVENS PESQUISADORES OS CONHECIMENTOS DE LONGOS ANOS. INCLUSIVE O LATIM, O GREGO E O ALEMÃO, QUE FEZ QUESTÃO DE APRENDER PORQUE SÃO LÍNGUAS MUITO IMPORTANTES PARA O ESTUDO DA BOTÂNICA.

rosa, e formei muitos especialistas nessa família. Então achei que já era tempo de procurar outra família para formar outros pesquisadores. Comecei a estudar as mirtáceas e foi uma coisa muito boa. Durante os trabalhos feitos na Mata Atlântica os pesquisadores traziam muito material e identifiquei 46 espécies de Macaé de Cima, 36 de Magé, 48 de Poço de Antas, 76 de Parati, e agora apresentei um trabalho com 217 espécies só do Rio de Janeiro. Acredito que haja só aqui no Estado cerca de 300 espécies. Incluí algumas espécies novas para o Rio de Janeiro, de modo que esse trabalho está sendo importante porque há plantas que foram coletadas há mais de 100 anos e não figuravam nos nossos herbários. Foram levadas para os herbários europeus e nunca mais foi registrada a presença delas aqui, porque ninguém as estudava. Agora todas elas estão vindo para os herbários. E com isso verificamos que há um endemismo muito acentuado, que uma grande parte das mirtáceas só existe no Rio, outras só em São Paulo.

É esse o trabalho que venho fazendo, além de dar cursos de pós-graduação.

A senhora sempre se preocupou em orientar seus alunos para o estudo de áreas carentes de pesquisa.

Justamente, foi esse o meu principal objetivo.

E quais seriam essas áreas hoje?

Quando foi implantado o Programa Mata Atlântica é que se viu que, de um modo geral, não havia estudos sobre a Mata Atlântica do Rio de Janeiro. As pessoas iam estudar material da Amazônia, de Pernambuco, da Bahia, mas não estudavam o material deste Estado. Esse programa foi criado há cerca de 10 anos no Jardim Botânico e em vários lugares (tem na Bahia, em

São Paulo etc.) e foi realmente muito bom. Vários botânicos que formei estão fazendo esse estudo e eu trabalho com eles. Tem muitas áreas mal trabalhadas, aqui mesmo no Rio! Parece mentira, mas há pouco tempo, em 1995, descrevi duas espécies novas em torno do Jardim Botânico. Por aí pode-se ver como a falta de recursos para excursões dificultava. Agora não, com o novo diretor, o doutor Sérgio Bruni, o Jardim Botânico passou a ser Instituto de Botânica e as coisas melhoraram bastante. Os programas desenvolvidos no Jardim Botânico – Mata Atlântica, Flora do Estado do Rio de Janeiro, Vegetação das Áreas do Entorno do Jardim Botânico, Parque Lage e Horto Florestal – trouxeram realmente um benefício muito grande, porque as espécies raras estão sendo coletadas de modo sistemático, tudo marcado (época de floração, época de frutificação), bem planejado, de modo que o estudo da botânica cresceu.

O Jardim Botânico tem estado melhor em termos de manutenção e conservação, não?

Esse novo diretor está sendo muito bom, por estar conseguindo recursos e equipamentos para a pesquisa e informatizando os diferentes setores do Jardim.

Quais são as características que uma pessoa deve ter para trabalhar com botânica sistemática? Paciência?

Para qualquer área da botânica, o fator principal é amor, é gostar do que se faz. Tem muita gente que acha a sistemática chata. Não: é a coisa mais linda você abrir uma flor, ver a morfologia de uma flor, procurar o nome dela, saber como ela vive, cresce. Mas, enfim, é uma coisa de que nem todo mundo gosta. Quando pego uma planta para estudar é como se fosse um filho que eu visse crescer. O amor que sinto por aquilo é

QUANDO PEGO UMA PLANTA PARA ESTUDAR É COMO SE VISSSE UM FILHO CRESCER.

O AMOR QUE SINTO É MUITO GRANDE.

EM QUALQUER PROFISSÃO,

A PRIMEIRA COISA É GOSTAR

DO QUE SE FAZ.

SÓ ISSO DÁ REALMENTE SUCESSO

NOS ESTUDOS.



"CADA ALUNO MEU É UM FILHO. ELES VIERAM ME AJUDAR A VIVER QUANDO MEU FILHO MORREU, QUANDO PENSEI QUE A VIDA PARASSE ALI" (1994).

muito grande. Acho que em qualquer profissão, a primeira coisa é amor, é gostar do que faz, só isso dá realmente sucesso nos estudos. É se dedicar o dia inteiro. Estou agora doente, o médico proibiu, mas dou minha escapulida e vou trabalhar um pouco. Depois de aposentada eu estava trabalhando oito horas por dia. Daí você vai dizer "por certo estava ganhando", não, eu ganhava o dinheiro da aposentadoria. Tenho uma bolsa do conselho, mas não é por causa do dinheiro. É porque realmente gosto daquilo que faço. Acho que essa é a principal característica para qualquer trabalho que você queira fazer.

Seus filhos... Quantos são? Eles também seguiram a botânica?

Tive dois, um rapaz e uma moça. Meu filho era piloto, morreu em 1960, quando eu estava no segundo ano da universidade. Todo mundo pensou que eu fosse abandonar, porque fiquei arrasada. Mas não só não deixei de trabalhar, como cinco dias depois estava no Jardim Botânico e na Universidade, por-

que procurei no trabalho toda a força que precisava ter. Até hoje souro muita saudade, mas tenho uma parte espiritual bem formada. Minha filha Mirtila não quis seguir a botânica: ela é pintora. Ela pinta muito as paisagens de Guaratiba e também fez o curso de direito.

Ela chega à natureza de outra maneira?

É como dizem: eu faço botânica e ela pinta botânica.

Como a senhora vê essa posição que a comunidade científica tem hoje, de dar muito valor a um doutoramento, a um pós-doutoramento?

Realmente, esses estudos trazem mais conhecimentos. Agora, acho que dão uma importância demasiada. Tenho doutorado,

fiz na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mas já tinha publicado uma porção de trabalhos. Hoje se dá muito valor a essas coisas ... e o título nem sempre corresponde ao saber. Mas é sempre bom, esses cursos de pós-graduação trouxeram muita coisa boa para a ciência.

É verdade que a concorrência é muito grande, muita gente se formando, e sem abrirem concursos nem nada. Lá no Jardim, por exemplo, temos uma porção de estagiários, excelentes. E com esses cortes, a gente teme pela situação deles, pensando se realmente valeu a pena dedicarem todos esses anos a um aprendizado e depois não terem compensação. Porque todo mundo precisa ter uma posição, uma situação financeira estável, para poder trabalhar.

Queríamos que a senhora contasse a história daquela planta que tem seu nome.

Qual delas? Tem várias. Uma delas foi o Haroldo de Lima que descobriu no Espírito Santo, e o gênero tem meu nome, *Grazilodendrum rio-docensis* Lima. É uma leguminosa, uma árvore linda, grande. Agora o Haroldo encontrou uma nova espécie do gênero aqui no Rio de Janeiro, na Mata Atlântica.

É uma bela homenagem...

Foi uma homenagem muito honrosa, não há dúvida.

A senhora esteve no Jardim Botânico de Londres, o Kew Garden?

Estive um mês trabalhando lá. É uma beleza, mas o nosso Jardim... Tem gente que diz "Ué, não tem flores". É que o nosso Jardim Botânico é tropical, tem árvores. Não tem aqueles canteiros com flores, porque é um jardim tropical. Uma vez uma pessoa reclamou da falta de flores lá, e eu disse que se

**O QUE HÁ É IMPUNIDADE.
SE AS PESSOAS QUE FAZEM ESSES
ESTRAGOS NA NATUREZA
FOSSEM PUNIDAS...
O IBAMA, POR EXEMPLO,
TEM BOA VONTADE,
MAS TEM POUQUÍSSIMOS GUARDAS,
E O BRASIL É IMENSO.
É PRECISO TER MAIS GENTE VIGIANDO.**



UMA AULA PARA OS BOMBEIROS DO BATALHÃO FLORESTAL (RJ, 1961). "É PRECISO PREPARAR PESSOAS COMPETENTES, CAPAZES DE ATUAR COM FIRMEZA CONTRA A DESTRUIÇÃO QUE AMEAÇA AS NOSSAS MATAS, QUE LEVARAM MILHARES DE ANOS PARA SE FORMAR E, DEPOIS DE DERRUBADAS, JAMAIS SERÃO RECUPERADAS."

ela olhasse para cima ia ver que muitas árvores estavam floridas.

Eles têm levado muitos bolsistas brasileiros para estudar lá, não? Têm um intercâmbio grande com o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, não?

Sim. O Jardim Botânico tem intercâmbio com várias entidades estrangeiras. Ultimamente é mais com Londres. Os ingleses têm muito contato com a USP, conosco, com a Bahia. Eles estão por exemplo fazendo aquele trabalho da chapada Diamantina, do qual eu também participei. Fiz a apresentação das compostas de uma parte da chapada Diamantina. Temos também um intercâmbio ativo com os EUA, com o New York Botanical Garden.

Esse interesse também é comercial ou é só científico? É científico. É porque eles também amam as plantas, querem estudá-las, descobrir novas espécies, levar material para o herbário. Eles trabalham muito bem.

O que a senhora tem a dizer sobre as ameaças à natureza no nosso país?

É uma barbaridade. Mesmo a chapada Diamantina, em Minas Gerais. Aquilo é uma verdadeira beleza. Era um santuário, como o Pantanal mato-grossense. Eu conheço o Pantanal, a chapada Diamantina, a chapada dos Veadeiros. Tudo está sendo depredado pelo homem. O que há é impunidade. Conheci as matas do sul da Bahia e norte do Espírito Santo. Era uma coisa belíssima, aqueles jacarandás. Quando voltei lá, em uma excursão com o Burle Marx e a Margaret Mee, nós choramos ao ver como tinha sido arrasado. O homem que devastou deu entrevista em um programa importante da televisão, dizendo que tinha feito isso, que ganhou muito dinheiro e não estava arrependido, porque tinha aberto

estradas e isso era bom. Quer dizer, não aconteceu nada com ele. Foi um crime o que ele fez.

E há muitos outros. É proibido soltar balões. Balão traz incêndios nas matas, ocasiona uma porção de coisas. Em Pedra de Guaratiba, eu vivia brigando, porque os baloeiros agem abertamente. Brigava, explicava, falava ... mas o que podia fazer, uma ando-

**TODO MUNDO FALA EM ECOLOGIA,
MAS ESSE NOME FOI MUITO DETURPADO.
ECOLOGIA É UMA CIÊNCIA
DIFÍCILIMA. EU NÃO SOU ECOLOGISTA,
SOU CONSERVACIONISTA.
PARA SER ECOLOGISTA,
É PRECISO APRENDER UM MONTE
DE COISAS QUE EU NÃO SEI.**



DURANTE O REGIME MILITAR, DONA GRAZIELA FOI CONTRA
A CONSTRUÇÃO DA TRANSAMAZÔNICA:

"ELES DERRUBARAM UMA ÁRVORE DE 50 METROS DE ALTURA
E ESPETARAM NO TOCO UM CARTAZ QUE DIZIA:
A ESTRADA COMEÇA AQUI" (BRASÍLIA, AGOSTO, 1968).

é ter dinheiro no bolso, não tem amor à natureza. É incapaz de olhar uma árvore florida e sentir respeito. O que falta é justamente isso, o sentido ecológico. Todo mundo fala em ecologia. Meu Deus! Ecologia é uma ciência difícilima. Têm pessoas que podem dizer que são conservacionistas. Eu não sou ecologista, sou conservacionista. Para ser ecologista, é preciso aprender um monte de coisas que eu não sei. Como a botânica, a ecologia é uma ciência muito bonita, mas requer conhecimentos que não tenho. O nome foi muito deturpado.

Lá em Guaratiba tinha a Casa da Ecologia – na qual ninguém sabia sobre ecologia – e me chamaram para dar uma palestra. Daí, eu comecei logo: eu não sou ecologista, sou conservacionista. Para ser ecologista precisa saber várias coisas, que não estão no meu currículo. Teria muita honra em ser, mas não sou.

A senhora mencionou Margaret Mee, Burle Marx... Eram pessoas com as quais a senhora convivia? O sítio do Burle

Marx devia ser perto da sua casa em Guaratiba...

Era perto sim, mas minha amizade com o Roberto é uma amizade de mais 40 anos, porque eu identificava plantas no sítio dele. Então eu ia lá identificar, conversava, trocava idéias com ele. Tinha um botânico, Dimitri Sucre, um panamenho que veio fazer um estágio de dois meses e ficou 20 anos trabalhando comigo lá no Jardim Botânico. Era um grande botânico, mas hoje é mais paisagista, porque precisava viver. Ele só tinha uma bolsa no Jardim. Nós íamos para o sítio, fazíamos excursões – Dimitri, eu, Margaret Mee, Roberto e mais uma equipe do Roberto. Viajamos por muitos lugares no Brasil. As excursões que fiz foram graças ao Burle Marx, que pagava todas as despesas da viagem para mim e Dimitri, então viajamos por muitos lugares do Brasil. Realmente ele amava a

rinha só não faz verão. O que há é impunidade. Se essas pessoas que fazem esses estragos na natureza fossem punidas... Por exemplo, o Ibama tem boa vontade, mas tem pouquíssimos guardas. O Brasil é imenso. Com um pouco de guardas na Amazônia, outro no Nordeste, não dá. Enquanto eles estão cuidando daqui, alguém está depredando lá adiante. É preciso ter mais gente vigiando.

E mais consciência das pessoas...

Mais consciência. Acho que a única coisa que pode salvar ainda o pouquinho do que resta é educação. Mas você educa uma criança, o pai dela diz que mato tem de tirar, e ela fica sem saber o que fazer. O homem é o ser mais depredador que existe. É uma pena. Ele não se compenetrou de que é apenas um elemento do ambiente, ele não é o dono. "Tanta madeira boa... plac!" e acaba. Porque para ele o que importa

natureza. Margaret Mee era muito amiga do Burt Marx. Era uma pessoa maravilhosa. Eu gostava muito dela. Era uma pessoa fora do comum.

A senhora chegou a ir à Amazônia com a Margaret Mee?

Não. Fui só para dar um curso. Fiquei um mês em Manaus e fui muitas vezes ao Pará, mas também para dar cursos e fiz pequenas excursões nos arredores de Belém e também na Serra dos Carajás.

Margaret Mee não era botânica...

Não, era artista, mas amava a botânica. Ela não estudava, só fazia pintar. Mas aprendia o nome da planta, como o Roberto, que era arquiteto. Ele decorava o nome das plantas e sabia uma infinidade de nomes. Um botânico identificava e ele decorava. Ele partiu da arquitetura, porque achava que se devia introduzir plantas brasileiras na arquitetura. Foi aí que se uniu a botânicos. Realmente ele tinha um grande amor à natureza. Não depredava como muitas pessoas – ele trazia mudas do mato e multiplicava no sítio dele, tirava sementes e usava essas plantas no jardim. Hoje o sítio é uma fundação.

Quais foram as outras pessoas extraordinárias que a senhora conheceu? Pessoas que tenham inspirado, transmitido coisas que a senhora acha que devem ser lembradas.

São tantas pessoas! Uma delas é Dimitri Sucre, esse paisagista panamenho. Ele realmente é uma pessoa que ama a natureza. Trabalhou comigo 20 anos no Jardim, sem remuneração, só por amor. O Dr. Campos Porto, que foi diretor do Jardim, foi outro grande botânico e também um grande diretor. Tive muito contato com o Gottsberg, que estudou muito a biologia floral do cerrado. Mantenho amizade com ele, que está na Áustria, mas sempre me manda material. Quando vem ao Brasil, coleta plantas e as passa para mim, para identificar. Também não posso esquecer o nome de dois grandes botânicos brasileiros, amigos meus, que muito contribuíram com seus trabalhos de pesquisa: João Murça Pires, do Museu Paraense Emílio Goeldi, e Dárdano de Andrade-Lima, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária.

Quer dizer que os botânicos formam uma espécie de clube, não?

Justamente. Gottsberg estava trabalhando na Universidade de Ulm, sua última carta foi de lá. Mandou-me uma série de plantas coletadas do Pantanal do Mato Grosso para eu identificar. Ghilleen Tolmie Prance, atual diretor do Jardim Botânico de Nova York, viveu muitos anos no Brasil, e é outro membro assíduo desse 'clube'. É um profundo conhecedor da Amazônia e um ser humano maravilhoso. São tantos que...



NA HOMENAGEM QUE A ESCOLA DE SAMBA UNIDOS DA TIJUCA PRESTOU AO JARDIM BOTÂNICO, NO DESFILE DE 1997, DONA GRAZIELA APARECEU COMO DESTAQUE.

Mas, sem dúvida, foi meu marido quem mais me estimulou. Tudo que sou, devo a ele.

O que a senhora achou de participar do desfile da escola de samba Unidos da Tijuca, com o enredo 'Viagem pitoresca pelos cinco continentes num jardim'?

É uma homenagem que a Unidos da Tijuca prestou ao Jardim Botânico. E tudo que se refere a ele é muito importante para mim. Fui convidada para ser destaque e aceitei. Isso não quer dizer que eu seja sambista, mas foi uma homenagem ao Jardim e me senti muito honrada. Até procurei tratar melhor da minha saúde para agüentar ficar encarapitada no alto do carro alegórico...

PANTTA



OS PRIMEIROS PASSOS DA PRÉ-HISTÓRIA

Pedro Ignácio Schmitz

*Instituto Anchieta de Pesquisas,
Universidade do Vale do Rio dos Sinos
- São Leopoldo (RS).*

PANTANAL

OS MISTÉRIOS DO PANTANAL MATO-GROSSENSE, COM SUA NATUREZA DESLUMBRANTE E PRATICAMENTE VIRGEM, TEM DESPERTADO GRANDE INTERESSE NOS HABITANTES DAS CIDADES. IMAGENS DE NOVELAS DE TELEVISÃO DIVULGARAM AINDA MAIS AS PAISAGENS DESSA REGIÃO CENTRAL DO PAÍS. NO ENTANTO, ALÉM DA BELEZA NATURAL, O PANTANAL TAMBÉM GUARDA JAZIDAS ARQUEOLÓGICAS QUE MUITO PODEM REVELAR SOBRE OS POVOS QUE HABITARAM A REGIÃO NO PASSADO. OS RESULTADOS DOS PRIMEIROS LEVANTAMENTOS REALIZADOS NESSES SÍTIOS, POR PESQUISADORES DO INSTITUTO ANCHIETANO DE PESQUISAS (UNISINÓS) E DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL, SÃO AQUI DIVULGADOS PELA PRIMEIRA VEZ.

O Pantanal mato-grossense sempre exerceu um fascínio secreto no homem da cidade, especialmente o da metrópole. Isto não se deve a uma razão particular, mas a um conjunto de elementos, entre os quais podemos lembrar a natureza, selvagem e intocada, com centenas de jacarés, bandos de capivaras, revoadas de milhares de papagaios, biguás, colhereiros e garças, a soberba pose do tuiuiú, a voracidade das piranhas, piracemas de quilômetros de extensão, a pescaria do pintado, do pacu e do dorado, tropas de terneiros magérrimos chegando no tempo da vazante ou sendo recolhidos às pressas quando a enchente de novo cobre os pastos.

Tudo isto é Pantanal, mas ainda não é 'o' Pantanal, porque são muitos os pantanais: do Nabileque, do Miranda, do Abobral, do Aquidauana, da Nhocolândia, dos Paiaguá, do Barão do Melgaço, de Poconé, de Cáceres. Ao todo, eles ocupam 140 mil km², a maior parte nos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul. São produto da ínfima declividade do terreno e de um estreitamento considerável das margens do alto Paraguai, em um trecho de seu leito que só permite o escoamento muito lento das águas das chuvas de verão. Elas enchem o leito dos rios e espriam-se pelos campos, formando lagos temporários e canais, em uma paisagem diluviana. A vazante se produz, de acordo com o lugar, depois de quatro, seis ou oito meses, quando as chuvas há muito terminaram.

Esta é a paisagem predominante. Mas se alguém imagina que toda a área é plana e alagadiça, engana-se. Junto ao rio, em alguns pontos, como perto de Corumbá e Ladário, existem restos de planalto com um ambiente completamente diferente, que permite outro tipo de instalação humana.

A PESQUISA ARQUEOLÓGICA

O interesse pela ecologia e a necessidade de estudar e monitorar ambientes preservados puseram em destaque o Pantanal. Daí nasceu, paralelamente a estudos ecológicos e de aproveitamento, o Projeto Corumbá, primeiro estudo arqueológico amplo na região, executado por um grupo de jovens pesquisadores do Instituto Anchieta de Pesquisas (Unisinus) e da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS): José Luis Peixoto, Jairo H. Rogge, Marcus Vinicius Beber, André O. Rosa, Jorge E. de Oli-

veira, Rodrigo Lavina e Maribel Girelli, entre outros, sob a coordenação de Pedro Ignácio Schmitz e Maria Angélica de Oliveira Bezerra.

O Projeto, iniciado em 1990, visou estudar as jazidas arqueológicas encontradas em uma área de cerca de 100km por 50km, nas proximidades de Corumbá e Ladário, junto à fronteira com a Bolívia (figura 1). Razões de ordem prática determinaram a escolha do local: a equipe poderia ficar sediada na primeira cidade, usando como base de operações as instalações da UFMS, e se deslocaria por terra, evitando os riscos dos pequenos aviões e a imprevisibilidade

das águas. Quase todas as outras áreas do Pantanal exigiriam a instalação de infra-estrutura dispendiosa, fora do alcance da equipe.

O estudo proposto é uma pesquisa regional, que busca entender como os sítios arqueológicos estão distribuídos pelos ambientes, como as populações se adaptaram à diversidade local e como evoluíram ou se sucederam no espaço. Além das populações pré-históricas, foram estudados ao mesmo tempo os grupos indígenas coloniais, o que fez surgir uma história indígena contínua, dos primeiros aos últimos povoadores. O modo de vida das tribos do período

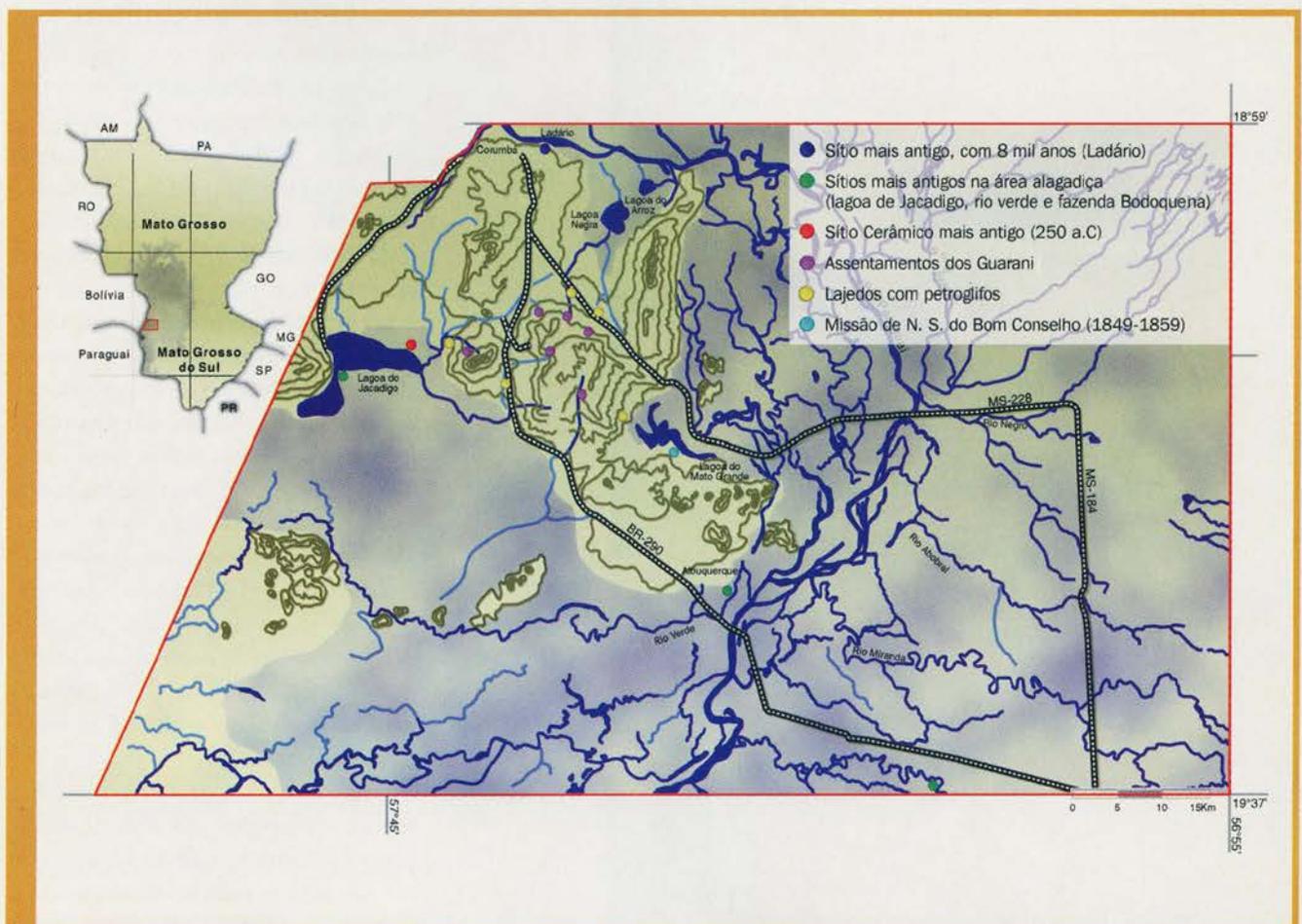


Figura 1. A área de estudo do Projeto Corumbá, vinculado ao Programa Arqueológico do Mato Grosso do Sul, abrange o município do mesmo nome, naquele estado.



Figura 2. Corte estratigráfico em aterro coberto de palmeiras acuri, junto ao rio Abobral (A), e pequena escavação em ilha da lagoa de Jacadigo (B).

colonial também proporciona sugestões para entender os antigos, que podem ser seus antepassados.

Um estudo regional em terreno completamente desconhecido e sem nenhuma pesquisa em área próxima, no Brasil, na Bolívia ou no Paraguai, que permita levantar hipóteses, não é rápido nem fácil, em especial quando os recursos disponíveis são muito escassos. Com isso, o primeiro ano de trabalho (1990) representou um tatear no escuro, com os pesquisadores percorrendo o território, conversando com pessoas e praticando a criatividade. Em consequência, em três semanas foram descobertos alguns sítios representativos de todas as culturas arqueológicas locais.

À expedição de 1990 sucederam-se outras sete, com duração de três a quatro semanas, que resultaram na localização de mais de 200 sítios arqueológicos. Eles se distribuem mais densamente e foram habitados mais cedo nas áreas alagadiças (175 sítios), o que representa uma adaptação característica aos recursos das águas. São menos numerosos na borda de floresta do planalto residual, indicando uma adaptação posterior, muito diferente, nas matas de solos favoráveis a cultivos tropicais.

Em cada um desses sítios realizou-se algum tipo de trabalho: no mínimo, caracterizar e documentar o local, registrá-lo na carta geográfica e recolher o material encontrado na superfície. Com isso, pôde-se ter uma idéia do tipo de estabelecimento, tamanho, estado de conservação e últimos ocupantes. Em muitos sítios, foram realizadas pequenas escavações controladas de 2m por 2m, para registrar a sucessão das camadas geológicas e das ocupações humanas, recolher amostras de artefatos, restos de alimentos, materiais para datação e caracterizar o paleoambiente. Havia grande interesse em encontrar sepultamentos que pudessem informar sobre a biologia e os costumes dos antigos habitantes (figura 2).

Escavações maiores estavam previstas para uma segunda etapa, que começou em julho de 1996. Por serem mais custosas e demoradas, foram programadas em apenas dois sítios: o mais antigo da área alagada – no qual havia sido descoberto um cemitério – mostrou como teriam sido os acampamentos básicos das populações indígenas que viviam à beira dos rios, pescando, recolhendo moluscos nos campos alagados e caçando. O outro é um espesso sítio

cerâmico, formando pequena ilha na grande lagoa de Jacadigo: nele há uma seqüência intacta de ocupações dos grupos ceramistas.

OS ATERROS DAS ÁREAS ALAGADAS

Viajando por qualquer estrada do Pantanal ou olhando fotos aéreas da região, observam-se, no meio de vegetação mais rala, pequenas concentrações de mato alto, geralmente circulares, que os habitantes chamam de 'capões'. Cada um forma um montículo, que pode atingir dois metros de altura por até 100m de diâmetro e resulta da ação natural e humana combinadas. Durante a enchente, seu topo destaca-se das águas, coberto por árvores que crescem em terrenos mais secos e férteis, e torna-se um refúgio para animais de toda espécie (figura 3). Em tempos pré-históricos, acampavam aí populações indígenas em busca dos recursos alimentares dos rios menores, das lagoas e dos campos alagados. Hoje, são os pontos que permitem a instalação do homem branco, que aí constrói casas, currais e pequenas hortas.

Em geral, esses capões não estão isolados: formam verdadeiras coroas ao

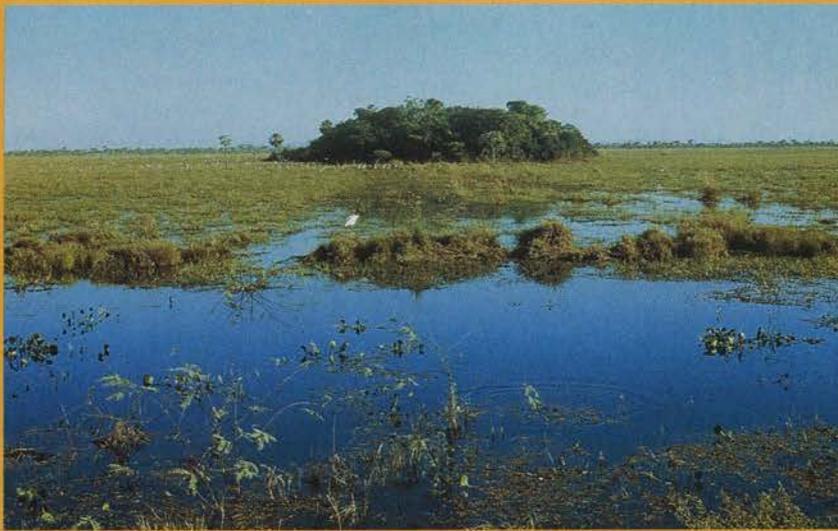


Figura 3. 'Capão' situado no meio de campo, em época de fim de enchente, na Fazenda Bodoquena.

redor de lagoas temporárias ou permanentes, enfileiram-se ao longo de córregos, canais e rios secundários (figura 4). Mas quase não existem nas margens baixas do rio Paraguai, onde as águas da enchente se tornam muito profundas. Suas camadas internas aparecem nas escavações: compõem-se sobretudo de valvas de moluscos gastrópodos, ossos de peixes, cinzas e húmus, o que torna tais sítios semelhantes a pequenos sambaquis. São poucos os instrumentos de osso e pedra, mas nos mais recentes é grande a quantidade de cacos de cerâmica. Só foram encontrados sepultamentos em dois locais, que no passado podem ter sido aldeias centrais.

No tempo das águas altas, o ambiente oferece recursos abundantíssimos: moluscos multiplicam-se nos campos alagados, peixes abandonam as águas profundas dos rios e vão para as águas rasas de campos e lagoas. É o espaço natural das capivaras, dos jacarés, das aves aquáticas. Quando as águas baixam, os recursos concentram-se ainda mais nas lagoas temporárias, onde os peixes ficam presos e aparecem milhares de jacarés. No entanto, depois que as águas

descem completamente, os capões, agora no meio dos campos, têm pouco a oferecer. Torna-se necessário levantar acampamento, antes que as canoas encahem, e buscar a beira de um rio, de um canal ou de uma lagoa permanente onde ficar o resto do ano, esperando nova subida das águas.

A ocupação do Pantanal da região de

Corumbá é mais antiga do que inicialmente se imaginava. Com as 13 datas de carbono-14 (processadas pela Beta Analytic Inc., de Miami), a partir da radioatividade remanescente em cascas de moluscos consumidos pelas populações de cinco dos sítios estudados, tem-se uma idéia da história dessa ocupação. Oito dessas datas marcam diversos momentos da ocupação mais antiga, quando a cerâmica ainda estava ausente, e cinco referem-se a ocupações de ceramistas.

O sítio mais antigo (6 mil a.C.) situa-se sobre a alta barranca do rio Paraguai, no pátio de uma escola da cidade de Ladário, e representa um prolongado acampamento dedicado à pesca, à coleta de moluscos e um pouco à caça. Não temos ainda nenhum sítio com essa idade na área que se alaga todos os anos, o que pode indicar que o Pantanal propriamente dito ainda estaria em formação e/ou a população ainda era escassa demais para se aventurar nesse novo mundo.

Os sítios mais antigos da área conhecida como Pantanal começam em 2.400 a.C., quando o ambiente assumiu sua feição atual, após um período de intensas chuvas e temperatura elevada. Em pouco tempo, os diques dos rios meno-

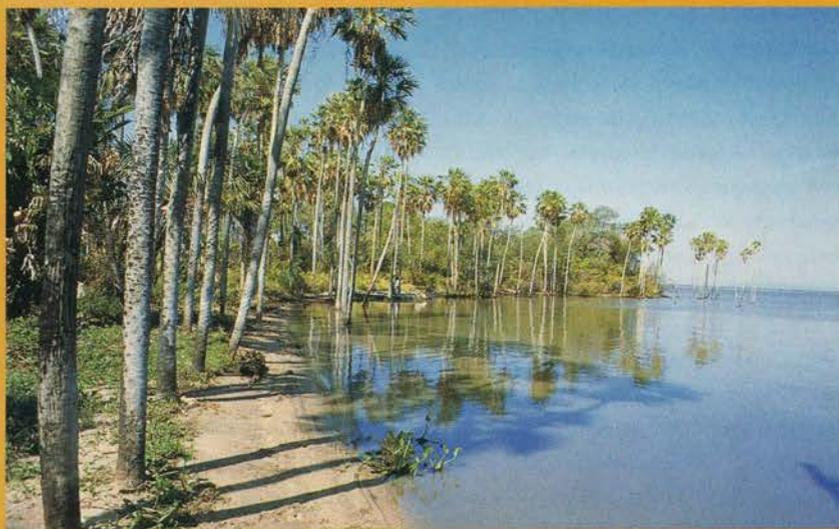


Figura 4. Palmeiras de carandá e aterro na beira da lagoa de Jacadigo.

res e as bordas das lagoas passam a ser usados para acampamentos mais ou menos duradouros de grupos que coletam, caçam e pescam, movendo-se de canoa no mundo das águas.

Em 250 a.C., as populações do Pantanal começaram a produzir vasilhames de barro para uso doméstico. São utensílios pequenos, geralmente apenas alisados, às vezes com decorações plásticas bem simples, que servem para cozinhar, servir e conservar alimentos sólidos ou líquidos. A cerâmica típica, estudada agora pela primeira vez, constitui uma nova tradição, denominada Pantanal. Vasilhames semelhantes foram encontrados no Chaco paraguaio e argentino, mas não existem em qualquer outro lugar do Brasil. As datas indicam que o Pantanal, que parecia só ter sido ocupado recentemente, foi povoado ao mesmo tempo que o Planalto brasileiro. (figura 5).

Em torno do século XVI habitavam o Pantanal paraguaio diversos grupos canoeiros, que viviam de caça, pesca e coleta. Alguns talvez efetuassem culturas agrícolas – certamente colhiam em quantidade sementes de determinadas plantas, como o arroz nativo das grandes lagoas. Dos Paiaguá (índios canoeiros), sabe-se que viviam em ilhas e barlavam a passagem dos exploradores e missionários espanhóis, matando-os sem misericórdia. Muito combatidos pelos espanhóis e depois pelos brasileiros, os últimos representantes do grupo morreram neste século.

Os Guajarapo formam outro grupo citado com frequência, embora não se conheça praticamente nada a seu respeito. Os Guató, que viviam ao norte da área pesquisada, ocupavam montículos semelhantes aos capões de Corumbá durante as cheias e barrancas de rio e de lagoas na vazante. Eles fornecem um modelo no qual podemos nos inspirar para entender os sítios arqueológicos descobertos. Esses grupos devem ter muitos elementos em comum com os



Figura 5. Pequenas vasilhas de cerâmica da tradição Pantanal.

habitantes pré-históricos, porque exploram o mesmo ambiente, mas não se sabe se algum deles ocupou os sítios pesquisados.

O CEMITÉRIO E OUTRAS ESTRUTURAS

Em julho de 1996, a equipe escavou mais 28m² do sítio mais antigo do Pantanal, onde dois anos antes havia sido encontrado o primeiro cemitério (figura 6). Situado sobre dique fluvial na margem direita do rio Verde, na vila de Albuquerque, o sítio não é coberto pelas águas, nem mesmo nas enchentes mais altas, quando todos os campos vizinhos ficam alagados. Assim, por estar à beira do rio, poderia ser ocupado durante o ano todo, principalmente na época da vazante.

As camadas geológicas mostram dois períodos de ocupação, como na maioria dos sítios do Pantanal: um de caçadores-coletores pré-cerâmicos e um de ceramistas, talvez com algum cultivo. Ainda não é possível afirmar que se trata da evolução local de uma mesma população ou da sobreposição de duas populações diferentes.

Dois lugares foram escavados: o primeiro (24m²) próximo do rio, onde tínhamos encontrado sepultamentos em 1994; o segundo (8m²) no ponto mais

alto da jazida. Os materiais foram expostos com auxílio de colher de pedreiro e pincel de cabelo, em níveis de 10cm em 10cm, mapeados, e os sedimentos foram peneirados em malha de 3mm para recuperar fragmentos muito pequenos (sobretudo testemunhos de alimentação).

Os resultados revelaram-se muito positivos. Em todos os níveis, até 100cm de profundidade, onde começava uma concreção irremovível, foram recolhidos pequenos restos de alimentos: ossos de caça, pesca e coleta, desde ossos de mamíferos (anta, cervo-do-pantanal, veado, capivara, porco-do-mato, paca, tatu, preá, rato-do-mato, jaguatirica, graxaim, ariranha, quaiquica), até de répteis (jacaré, lagarto e serpentes), aves (ema ou tuiuí) e outros animais (peixes grandes, médios e pequenos, moluscos terrestres e aquáticos). Em níveis mais recentes havia grande quantidade de pequenos fragmentos de cerâmica da tradição Pantanal.

Todo o material estava espalhado, com indicação de forte pisoteio e dispersão uniforme, restando preservada apenas uma pequena fogueira com pedras e uma panela quebrada, além de raros buracos para depósito de lixo com conchas de moluscos. Não foi encontrada qualquer organização de material

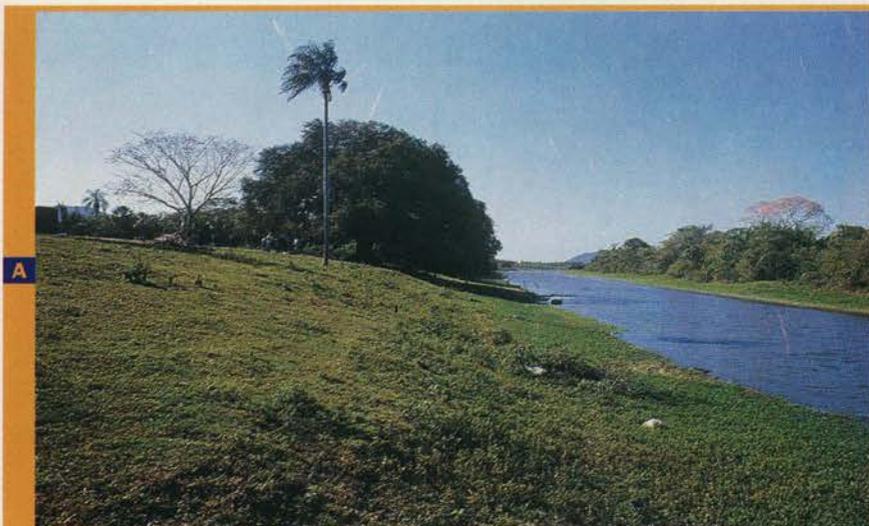


Figura 6. Dique fluvial do rio Verde (A), próximo ao local da escavação (B), onde foi encontrado um cemitério com restos dos antigos habitantes do Pantanal (C).

que pudesse ser interpretada como fundo de cabanas (separáveis), muito menos remanescentes de paredes ou coberturas de moradias. A mesma falta de estruturas construídas com materiais duradouros foi observada nas duas dezenas de intervenções em outros sítios.

A única estrutura descoberta foi o conjunto de sepultamentos na proximidade do rio, no limite do que deveria ser o espaço das choupanas, pois ali o terreno inclinava-se mais fortemente e no final do pequeno cemitério estava marcado o limite das enchentes mais altas. A escavação atingiu só parte dos sepultamentos, encontrando restos de cerca de 25 indivíduos. Alguns corpos foram sepultados inteiros: estavam estendidos, deitados de costas, a cabeça virada sobre o ombro, um ao lado do outro, como em uma cova coletiva (figura 7). Na maioria dos casos, entretanto, só haviam sido enterrados ossos descarnados (figura 8). Em algumas covas, tais restos eram de apenas um indivíduo, mas predominavam ossos misturados ou sobrepostos de até quatro indivíduos (adultos, jovens ou crianças). Os ossos, muito fragmentados, estavam dentro de uma concreção difícil de remover.

Alguns dos sepultamentos com ossos descarnados são, com toda certeza, do período ceramista. Os demais não podem ser atribuídos a um período determinado por não trazerem qualquer acompanhamento esclarecedor. Os que foram enterrados com o corpo articulado devem ter morrido no acampamento local. Os conjuntos, compreendendo quase sempre o crânio, alguns ossos longos e algumas costelas ou pequenos ossos das extremidades, talvez pertencessem a mortos em outros acampamentos, cujos restos teriam sido trazidos para sepultamento definitivo no jazigo da família ou do grupo.

A escavação forneceu dados suficientes para confirmar nossa hipótese de que se tratava do estabelecimento



Figura 7. Sepultamento primário, com corpos enterrados inteiros.

central de um grupo que, conforme a estação, acampava em outros lugares, provavelmente nos campos alagados.

PETROGLIFOS NA ENCOSTA DO PLANALTO

O outro ambiente é um planalto residual, conhecido localmente como 'morraria', com riquíssimos depósitos de ferro e manganês, cujos pontos mais altos chegam a 1.060m. A encosta baixa e média, constituída de terrenos propícios a cultivos tropicais, é formada por sucessivos patamares, cobertos de densas matas, ao passo que a encosta alta, que sustenta uma chapada com gramíneas, é bastante escarpada. A existência de floresta permitiu a instalação de agricultores, indígenas ou brancos, que durante as chuvas de verão se dedicam ao plantio.

Os moradores do Pantanal nunca se apossaram da floresta densa que cobre a encosta desse planalto residual. Sua adaptação deveria ser tão especializada que eles não se interessavam por esse outro ambiente, igualmente rico. Pode-se fazer conjecturas sobre as razões disso. A utilização dos dois ambientes teria de ocorrer ao mesmo tempo: no pe-

ríodo das chuvas. Nessa ocasião, o Pantanal é rico e também pode-se plantar na floresta. Uma opção excluiria a outra.

No sopé da 'morraria' ocorre um fenômeno único: imensas gravuras cobrem cinco grandes lajedos horizontais de minério de ferro que ocupam 3.300m² (figura 9). As gravuras compõem-se basicamente de figuras abstratas, geométricas, quase sempre círculos con-

cêntricos, mas também pegadas humanas e de diversos animais, como onças, rãs, aves. Sulcos extensos, estendendo-se por 200m, ligam as figuras ou são acompanhados por elas. Os sulcos têm de 3 a 5cm de largura e podem atingir 4 a 5cm de profundidade. Foram abertos por picoteamento, através da percussão de um seixo sobre a superfície dura do minério de ferro; depois os sulcos foram alisados internamente por raspagem.

A produção dessas numerosas e extensas figuras exigiu grande investimento de tempo, razão pela qual não podem ser atribuídas a mero passatempo ou diletantismo. O fato de que os cinco lajedos são cobertos com figuras semelhantes, dispostas e organizadas da mesma forma, também nos obriga a admitir que tais espaços tinham muita importância para seus autores, supondo-se que correspondessem a lugares de realização de rituais públicos e coletivos. As pisadas de onça, voltadas uma contra a outra, de duas em duas, e a disposição das pegadas humanas, lembram muito mais passos de dança do que trilhas de uma caminhada.

Que significado concreto, mitológico ou ritual, teriam essas representações



Figura 8. Sepultamento secundário, reunindo ossos descarnados.

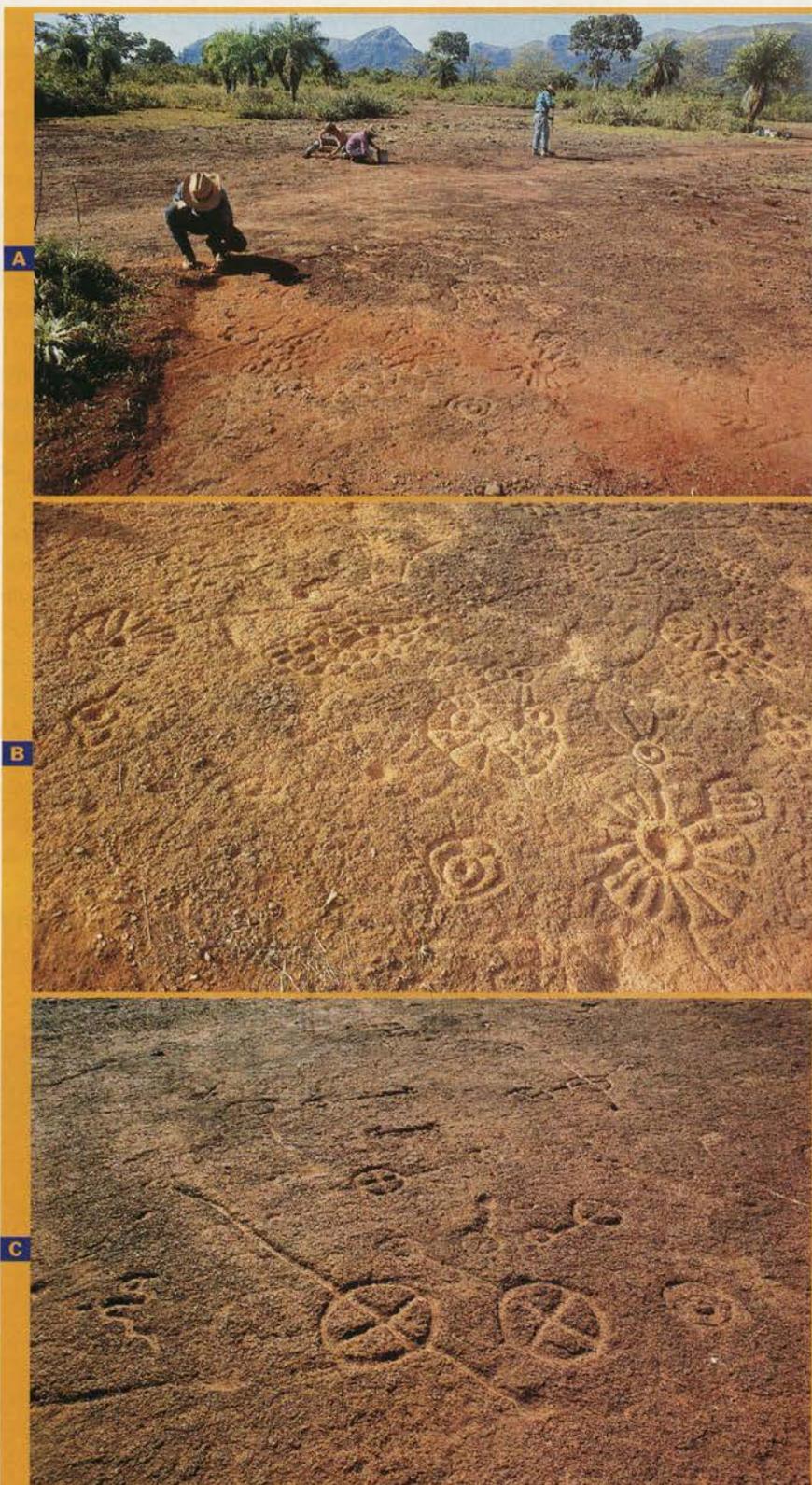


Figura 9. Limpeza, por arqueólogos, de lajedo com petroglifos na Fazenda Figueirinha (A), no sopé da 'morraria', e detalhes dos desenhos encontrados no local (B) e na Fazenda Laje de Pedra (C).

nas lajes não temos hoje como saber. O emaranhado típico de círculos, pisadas e longos sulcos sinuosos poderia muito bem significar o Pantanal com seus rios, canais, lagoas e ilhas, aldeias e trilhas, ambiente no qual transcorria a vida dessa população.

Se é permitido fantasiar, podemos imaginar esses espaços como lugares de reunião dos grupos dispersos nos capões durante o período da enchente, que se congregavam no tempo da vazante, na base do planalto, para os festejos coletivos e a reafirmação de pertencer a uma mesma etnia, como faziam os Guató. Nessas oportunidades, os grupos indígenas costumam lembrar seus mortos, fazer a iniciação social dos jovens, celebrar casamentos e viver a festa e a sociabilidade, atualizando os mitos através da prática de rituais que fundamentam e dão sentido a seu modo de vida. Nessas ocasiões também é costume convidar grupos vizinhos, para consolidar alianças, reforçar identidades e reafirmar limites territoriais. As gravuras estão exatamente no limite da mata e na fronteira com a população Guaraní. No tempo da vazante, esses locais são ricos em frutos, em especial o gravatá (com milhares de grandes cachos de bagos amarelos), o amendoim-de-bugre e cocos de palmeiras (como a bocaiúva).

É possível que as gravuras tenham começado a ser produzidas assim que o grupo, ainda sem cerâmica, se estabeleceu no espaço alagadiço. De geração em geração, novas figuras do mesmo estilo teriam sido acrescentadas, até formar o conjunto complexo que estudamos no lado brasileiro e que se prolonga para o lado boliviano, ao qual não tivemos acesso. Gravuras parecidas existem nas margens do alto Araguaia e do médio Tocantins, mas são muito mais simples, sem o tamanho e a complexidade das do Pantanal, tornando difícil dizer se tinham ou não o mesmo sentido e função.

OS GUARANI

Como vimos, o ambiente do alagado e o da floresta oferecem o máximo de seus recursos na mesma estação, a das chuvas, que corresponde ao verão. Com a enchente, toda a riqueza potencial de alimentos torna-se acessível ao homem. Nessa ocasião, também a floresta da encosta favorece o cultivo de plantas tropicais. Mesmo sendo o espaço pequeno, aí instalou-se um grupo Guarani, do qual foram estudados 23 sítios. Essa instalação ocorreu, em parte, na mesma época que a dos ceramistas do alagado – isso é demonstrado pela presença de cacos de cerâmica de um grupo nos assentamentos do outro.

O ambiente da encosta é muito diferente do ambiente do alagado: a terra é fértil, a floresta é contínua, os córregos, de água cristalina, são perenes. Com frequência, mesmo durante o período seco, a encosta fica coberta por neblina, que pode se transformar em garoa quando sopra o vento frio do sul, proporcionando umidade também durante o inverno. Nessas condições, era possível aos Guarani cultivar suas roças nos patamares da encosta, próximo aos córregos, onde ficavam suas aldeias.

As aldeias pré-coloniais parecem não ter sido grandes nem duradouras, o que explica o número bastante elevado de sítios em espaço não muito amplo. Calculamos que a área, atravessada por um córrego, não comportaria mais que uma pequena aldeia. Com isso teríamos, para todo o espaço, no máximo entre dois ou três assentamentos simultâneos.

Os cacos de cerâmica, reveladores dos assentamentos dos Guarani, indicam sua procedência: são corrugados e pintados como os dos Guarani dos três estados meridionais do Brasil. Estes eram agricultores bastante eficientes no cultivo de milho, mandioca, feijões, amendoim, batata-doce, abóbora-moranga, algodão e fumo, todas plantas das Américas. Hoje, nos mesmos terraços da

encosta, encontramos chácaras de moradores da cidade ou terrenos concedidos a colonos sem terra.

Um pouco ao sul da área que pesquisamos, os jesuítas criaram quatro reduções missionárias, em meados do século XVII, com índios Guarani semelhantes aos que foram objeto de nosso levantamento, então conhecidos como Itatim. As reduções, após vários ataques dos bandeirantes paulistas, foram transferidas para perto de Assunção, no Paraguai, onde prosperaram e transformaram-se em cidades.

OS OUTROS GRUPOS INDÍGENAS

Um dos nossos últimos achados foi o local da missão de Nossa Senhora do Bom Conselho, organizada e coordenada pelo frade capuchinho Mariano Bagnaia e estabelecida na localidade de Mato Grande, perto da vila de Albuquerque. Da missão, que existiu de 1849 a 1859 e teria reunido 3 mil índios Guaná-Chané, quase nada restou: na mata fechada sobrou um grande cruzeiro de pau de aroeira e nas roças de soja do Assentamento do Mato Grande existem espalhados milhares de fragmentos de cerâmica artesanal e telha-canoa, junto com louça, cacos de garrafas de vidro escuro e algumas ferramentas de metal.

Populações indígenas sobreviveram na área até o fim do século XIX, quando, por ocasião da guerra entre o Brasil e o Paraguai, se desestruturaram completamente. Em Corumbá ainda existem alguns índios de diversas origens, especialmente Guató e Guaná. Alguns estão encostados em bairros pobres da cidade, outros conseguiram terras em assentamentos de colonos, mas entre eles há também fazendeiros que progrediram.

O objetivo do Projeto Corumbá é justamente o de estudar a história contínua das primeiras levas de populações indígenas, que chegaram ao Pantanal em torno de 6 mil a.C., e também de

todos os que vieram mais tarde e seus descendentes.

A hipótese de que o Pantanal condicionava as populações que nele se instalavam a um determinado tipo de adaptação não corresponde à realidade. Foram registrados no projeto grupos canoeiros, que devem ter sido basicamente caçadores-coletores e pescadores, como os dos montículos pesquisados. Também encontramos agricultores estabilizados, como os Guarani da encosta da 'morraria' e os Guaná-Chané de áreas mais ao norte; também os Guaicuru, cavaleiros que mantinham sob domínio e exploravam os Guaná-Chané; e, finalmente, os Xaray, que chegaram a um nível mais elevado de organização, conhecida pelos antropólogos como 'chefia'.

As populações do Pantanal tampouco são do mesmo tronco lingüístico ou biológico, uma vez que para ali confluíram populações do Chaco, da Amazônia e da região Sul. O Projeto Corumbá não fez mais do que levantar os primeiros dados, que já podem ser úteis a cientistas de outros setores para compreender, preservar e utilizar os sítios e dar aos moradores atuais a certeza de que eles não são os primeiros a tentar a sobrevivência nesse ambiente rico e de ciclos imprevisíveis.

Sugestões para leitura:

- GIRELLI, M. *Lajedos com gravuras na região de Corumbá, MS*. Dissertação de mestrado, na Unisinos, 1994.
- OLIVEIRA, J.E. *Os argonautas Guató*. Dissertação de mestrado, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, 1995.
- PEIXOTO, J.L. *A ocupação Tupi-Guarani na borda oeste do Pantanal sul-matogrossense: maciço do Urucum*. Dissertação de mestrado, na PUCRS, Porto Alegre, 1995.
- ROGGE, J.H. & SCHMITZ, P.I. 'Projeto Corumbá: a ocupação pelos grupos ceramistas pré-coloniais', in *Revista de Arqueologia*, vol. 8 (nº 2), pp. 169-180, 1994-95.
- SCHUCH, M.E.J. *Xaray e Chané: Índios frente à expansão espanhola e portuguesa no Alto-Paraguai*. Dissertação de mestrado, na Unisinos, São Leopoldo, 1995.

A

interconexão

entre o

homem e a

natureza

José P. S. Lemos

Jaime F. Villas da Rocha

*Departamento de Astrofísica,
Observatório Nacional.*

*Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico (CNPq).*



A vida como a conhecemos surgiu graças à ocorrência simultânea de um conjunto de fatores, entre os quais estão a formação privilegiada do elemento químico carbono e a existência de um planeta adequado ao desenvolvimento da complexidade que caracteriza os seres vivos. Assim, se existe vida e se nós – uma parte dessa vida – podemos observar o que acontece à nossa volta, é possível concluir que vivemos em um universo particular, entre



outros universos possíveis. Esse tipo de raciocínio, conhecido como Princípio Antrópico, pressupõe uma estreita interconexão física entre o homem e a natureza. A validade e a possível utilidade desse princípio, embora ainda bastante discutidas e controversas, levantam questões e levam a implicações que podem ser vistas como portas de entrada para a contemplação da elaborada harmonia da realidade.

Ao olharmos a natureza à nossa volta, ficamos deslumbrados com a complexidade das coisas que nos rodeiam. Nós, *Homo sapiens sapiens*, somos – como os demais seres vivos – criaturas altamente complexas. A vida como a conhecemos é um estado de organização complexo, algo evidente até para o mais desavisado dos observadores. Para que a vida aconteça no Universo, no entanto, é necessário um amplo conjunto de fatos.

A maior parte do Universo é espaço frio e vazio, onde não existe praticamente nada, a não ser um átomo ou outro perambulando solitário – essa parte, portanto, pode ser considerada simples. Mas a Terra, o planeta que habitamos, não é um lugar típico do Universo, porque não é um lugar simples. As condições existentes na superfície da Terra permitiram o aparecimento da complexidade essencial à vida como a conhecemos. Assim, a Terra constitui um lugar especial do Universo – embora não necessariamente o único.

Uma pergunta surge de imediato: por que a Terra é tão bem ajustada à vida? Segundo a teoria da evolução biológica, a vida não é estática, mas evolui sempre, adaptando-se ao meio circundante. Isso significa que a pergunta acima deve ser invertida: por que a vida é tão bem ajustada às condições da Terra? A resposta foi descoberta pelo inglês Charles Darwin: mutação genética e seleção natural.

Mas será que a vida como a conhecemos pode aparecer e se ajustar a qualquer tipo de condição? A resposta é não.

Um exame da vida na Terra revela que nossa existência, e a dos outros seres vivos, está delicadamente baseada em vários fatores que aconteceram por sorte. Um desses fatores é a abundância de certos elementos químicos que constituem o material básico do corpo dos seres vivos: carbono, oxigênio, hidrogênio e mais alguns não tão básicos. Outro fator é a permanência da temperatura em uma faixa estreita, impedindo grandes variações físicas e químicas.

Um exame da vida na Terra revela que **nossa** existência, e a dos **outros** seres vivos, está baseada em **vários fatores** que aconteceram por **sorte**.



Também é necessário um suprimento estável de energia, fornecido – em nosso caso – pelo Sol. Outras condições, não tão óbvias, são importantes. É preciso, por exemplo, uma camada de ozônio na atmosfera (para que a radiação ultravioleta do Sol, altamente energética, não destrua os seres vivos), e uma certa tranquilidade nos fenômenos climáticos (para que cataclismas e tempestades violentas não ocorram em todos os lugares com frequência).

O surgimento de vida na Terra decorre, portanto, desse ‘acidente’: a ocorrência simultânea de um conjunto de fatores, algo mais provável em um planeta com condições adequadas e estáveis. A existência da própria Terra também é um ‘acidente’, com maior probabilidade de ocorrer dentro de um sistema solar. O Sol, por sua vez, é uma estrela entre outras 100 bilhões existentes em nossa galáxia, e tal galáxia é apenas uma entre outras 100 bilhões de galáxias do Universo observável.

O Universo obedece às leis da física e a certas condições iniciais ocorridas na grande explosão inicial (conhecida como o *Big Bang*). Será que, dadas essas leis e condições, é obrigatório que o Universo gere galáxias e que estas gerem sóis que possam conter planetas como a Terra?

Podemos, sem grande dificuldade, imaginar universos nos quais as leis da física e as condições iniciais sejam outras. Em universos diferentes, por exemplo, a gravidade poderia ser maior, ou menor, a carga elétrica poderia não existir ou as condições talvez não fossem propícias para a formação de galáxias. Tais universos poderiam gerar planetas como a Terra, ou outros tipos de estruturas capazes de conter vida? A resposta não é difícil: dentro de todos os possíveis universos, é provável que apenas um pequeno subconjunto possa sustentar a vida como a conhecemos.

Assim, a existência de vida limita o tipo de universo em que vivemos, as leis da física e as condições iniciais. Sabendo-

se que nosso Universo contém vida e, dentro dela, observadores capazes de pensar sobre ele, é possível concluir que vivemos em um universo particular. Esse tipo de raciocínio é conhecido como raciocínio antrópico ou Princípio Antrópico.

O Princípio Antrópico, na sua elaboração mais simples, afirma em linhas gerais que a existência de observadores só é possível dentro de certos parâmetros físicos muito restritos – o que, apesar de parecer óbvio e quase banal, torna tal princípio uma fonte de compreensão de alguns fatos observáveis do Universo. Existem várias formulações de caráter especulativo do Princípio Antrópico, como as reunidas em livro pelos físicos John Barrow (inglês) e Frank Tipler (norte-americano). No entanto, na sua forma mais simples, como a descrita aqui, o Princípio Antrópico faz uso do importante princípio científico que diz ser essencial levar em conta as limitações dos aparelhos de medida na interpretação das observações.

Na ausência de explicações calcadas nas leis da física, o raciocínio antrópico mostra-se importante como fator de esclarecimento. Além disso, tal raciocínio pode, em muitos casos, ajudar a explicar determinados fatos sem a necessidade de recorrer a teorias físicas. Em sua formulação geral, o Princípio Antrópico não é uma alternativa às leis da física nem uma explicação para as origens da vida. Ao contrário, tal princípio cria possibilidades novas de interrogação sobre o papel do homem no Universo, capazes de aprofundar e refinar o conhecimento físico sobre o próprio Universo.



O carbono

Uma objeção frequentemente levantada ao Princípio Antrópico é a de que este raramente prevê novos fenômenos, uma das exigências para a validação de teorias científicas. No entanto, a percepção de

que o carbono é básico para a existência de vida – que inclui observadores humanos – gerou, há meio século, hipóteses que permitiram o maior entendimento do próprio átomo de carbono.

A vida ainda não foi compreendida por nenhuma teoria científica. Mesmo seres vivos mais simples, como as bactérias, possuem alto grau de complexidade e organização. Os componentes básicos de tais seres são as chamadas moléculas complexas, formadas por centenas ou até milhares de átomos, mas nem todos os diferentes átomos existentes no Universo – representados na tabela periódica dos elementos – fazem parte dessas moléculas. Seus principais constituintes são átomos de nitrogênio, oxigênio e carbono.

O átomo de carbono, porém, é o que apresenta a maior capacidade de se combinar consigo mesmo e com outros átomos, especialmente os de hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Essa ‘facilidade’ de ligação do carbono permite criar longas cadeias em que esse elemento serve de base para reunir os demais, e tais cadeias de carbono constituem a estrutura das moléculas complexas indispensáveis à vida.

Esse importante fato fez, em 1948, o astrônomo e astrofísico inglês Fred Hoyle especular sobre o átomo de carbono. Hoyle percebeu que, para existirem observadores baseados em carbono (ou, em termos genéricos, para que a vida exista), esse elemento precisa ser relativamente abundante no meio interestelar. Entretanto, os elementos primordiais do Universo são hidrogênio e hélio – todos os demais são produzidos pelas estrelas e ejetados para o espaço. Pensando sobre isso, Hoyle deduziu que as estrelas têm que produzir carbono em abundância para que exista a vida.

Uma estrela típica, como o Sol, obtém energia convertendo átomos de hidrogênio em átomos de hélio (por fusão nuclear) em seu centro: uma pequena parte da massa dos núcleos fun-

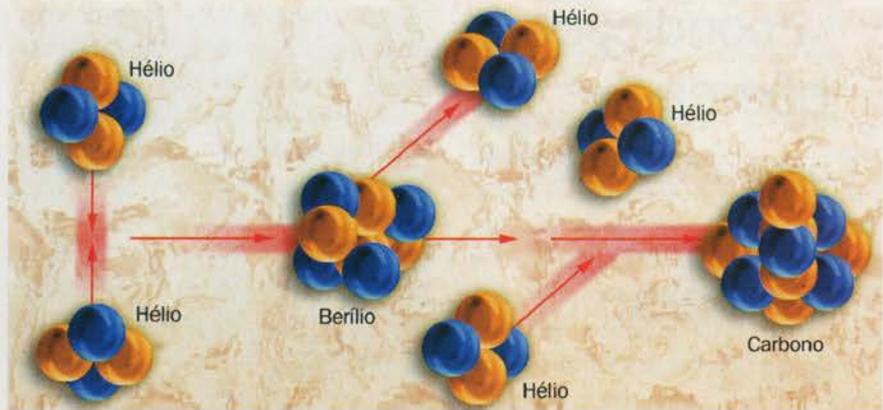


Figura 1. Reação de queima do hélio: dois núcleos de hélio, compostos cada um de dois prótons (em azul) e dois nêutrons (em laranja) colidem e formam um núcleo de berílio (quatro prótons e quatro nêutrons) que pode decair novamente em dois núcleos de hélio ou colidir com um terceiro núcleo para formar o carbono (seis prótons e seis nêutrons).

didados é liberada em forma de energia. Posteriormente, o hélio acumula-se pouco a pouco no centro da estrela e passa a sofrer o mesmo processo, sendo convertido em carbono. Grande parte desse carbono é depois liberada para o espaço, quando as estrelas tornam-se nebulosas planetárias (através da expansão de suas camadas externas) ou supernovas (através de sua explosão violenta).

O que chamou a atenção de Hoyle foi a necessidade da queima (ou fusão) do hélio nas estrelas resultar principalmente na produção do carbono. Para isso, é necessário um conjunto de condições que privilegiem o carbono como produto final – e não berílio ou oxigênio, por exemplo. Tais condições ocorrem no interior das estrelas.

No início do processo, quatro átomos de hidrogênio (H) colidem e formam um átomo de hélio (He^4 – o expoente indica a soma dos dois prótons e dois nêutrons existentes no núcleo do átomo). Posteriormente, quando os átomos de hélio ocupam o núcleo da estrela, passam a fundir-se dois a dois para formar o átomo de berílio (Be^8). Tal elemento, no entanto, é instável, e decai de novo em dois átomos de hélio em tempo muito curto – cerca de 10^{-17} segundos (figura 1).

Ao contrário do átomo de berílio, o de carbono (C^{12}) é estável, mas sua formação exige um de berílio e um de

hélio. Isso traz um problema: o tempo de existência do instável berílio é suficiente para que este se junte ao hélio e forme carbono? De fato, isso acontece: um átomo de berílio dura o bastante para a ocorrência de 10 mil colisões com átomos de hélio, possibilitando a formação do carbono.

Outro problema estaria na frequência de formação de carbono a partir da colisão de hélio e berílio. Em princípio, a união poderia ‘falhar’. Entretanto, como a vida depende da existência de carbono em grande quantidade, a reação $\text{He}^4 + \text{Be}^8 \rightarrow \text{C}^{12}$ precisa ser privilegiada, ou seja, tem que formar carbono na maior parte das vezes em que He^4 e Be^8 se encontram. Isso também acontece. Diz-se, nesse caso, que a reação é ressonante ou, em termos técnicos, que o nível de energia do núcleo do átomo de carbono é muito próximo da soma dos níveis de energia dos núcleos dos átomos de He^4 e Be^8 .

A soma da energia desses núcleos atinge 7,37 megaelétron-volts (MeV) – um MeV equivale a um milhão de elétron-volts, unidade de energia ganha ou perdida por um elétron quando submetido à diferença de potencial de um volt. Pode-se então prever que o nível de energia do átomo de carbono deve estar muito próximo de 7,37 MeV. O valor aceito hoje é 7,66 MeV, e a diferença tem uma explicação: no interior da estrela,

As condições básicas para a vida só existem em um Universo em que se formam estrelas com as características do Sol.



os átomos apresentam alguma energia cinética, e a soma de todas as energias atinge aproximadamente 7,66 MeV.

Se nas estrelas há muito hélio (He^4) e muito carbono (C^{12}), é possível imaginar que a reação entre esses átomos formaria com frequência o oxigênio (O^{16}), o que levaria à perda de átomos de carbono. Sabe-se, porém, que a reação $\text{He}^4 + \text{C}^{12} \rightarrow \text{O}^{16}$ não é ressonante: o nível de energia do oxigênio é diferente da soma dos níveis do C^{12} e do He^4 . Logo, é uma reação não-privilegiada.

Em resumo, há carbono em abundância no Universo porque três condições favorecem a formação do elemento: 1) a vida média do berílio é relativamente longa; 2) a reação de formação do carbono é privilegiada; e 3) a reação de formação do oxigênio não é privilegiada. O carbono assim produzido é lançado no meio interestelar e pode entrar na formação de novas estrelas e de seus sistemas planetários. Assim, o mero fato de existirmos e sermos constituídos por carbono nos permite conhecer melhor a estrutura do carbono – como afirma o Princípio Antrópico.



Números muito grandes

O Princípio Antrópico proporcionou uma solução simples para outro problema que poderia exigir novas teorias físicas: os chamados 'números muito grandes'.

Números 'normais' surgem no dia-a-dia, e podem variar desde a unidade até – digamos – um milhão. Em física, números como 1, 2 e π aparecem com frequência e são considerados normais. Números 'grandes' são mais raros no cotidiano, mas seu significado é entendido com facilidade. Um exemplo está na desvalorização da moeda no Brasil, desde o real do Império ao real atual, que atingiu $2,6 \times 10^{18}$ (ou seja, o número 26 seguido de 17 zeros) – esse pode ser considerado um número 'grande'. Isso

significa que um real atual vale cerca de $2,6 \times 10^{18}$ réis.

Já números 'muito grandes' são definidos como os que não fazem parte do cotidiano nem são facilmente imagináveis. Em linguagem corrente, tais números são chamados de 'astronômicos'. Um exemplo interessante desse tipo de número foi obtido por Arquimedes (287-212 a.C.), na Antiguidade, ao calcular o número de grãos de areia necessário para preencher completamente o Universo – na época, imaginava-se que este estava contido na chamada esfera das estrelas fixas. Para tanto, Arquimedes imaginou que o tamanho do seu universo podia ser obtido através da seguinte relação:

$$\frac{\text{Raio do Universo}}{\text{Raio do sistema solar}} = \frac{\text{Raio do sistema solar}}{\text{Raio da Terra}}$$

Os valores do raio da Terra e do raio do sistema solar calculados na época tinham uma concordância razoável com os conhecidos hoje. O raio da Terra é de cerca de 6 mil km (6×10^3 km). Baseado nos trabalhos de Aristarco de Samos, que mediu a distância da Terra ao Sol, Arquimedes estimou o raio do sistema solar em 250 milhões de quilômetros ($2,5 \times 10^8$ km). Aplicando a relação acima, Arquimedes obteve o valor de 10^{13} km para o raio do seu universo – em unidades atuais, um ano-luz (distância percorrida pela luz em um ano). Já o raio de um grão de areia, na avaliação de Arquimedes, é de um milésimo de centímetro (10^{-3} cm, ou 10^{-8} km). Tendo esses números, Arquimedes calculou que seriam necessários 10^{63} grãos de areia – um número muito grande – para preencher todo o volume de seu universo.

No atual século, alguns cientistas preocuparam-se com a existência de números muito grandes. Entre eles destacam-se os ingleses Arthur Eddington (1882-1944) e Paul Dirac (1902-1984) e, em época mais recente, o norte-americano Robert Dicke e o australiano

Brandon Carter. Há quase 70 anos, Eddington – astrônomo e físico – iniciou uma explicação para tais números através de uma teoria fundamental, mas essa abordagem falhou em seu caráter global. No entanto, o interesse em explicar esses números continuou a ser considerado importante.

Matemático e físico, Dirac tentou seguir o raciocínio de Eddington, ao descobrir que duas quantidades físicas totalmente diferentes fornecem o mesmo número ‘puro’, ou seja, sem nenhuma dimensão, como tempo, comprimento, massa etc.

Uma dessas quantidades está ligada à força elétrica e à força gravitacional

que um próton e um elétron colocados próximos exercem um sobre o outro. A primeira força é muito maior que a segunda: se dividirmos a maior pela menor encontramos o valor 10^{40} , um número puro e também um número ‘muito grande’. Curiosamente, o mesmo número puro é obtido a partir da idade do Universo, estimada em 15 bilhões de anos, ou 15×10^9 anos. A unidade ‘ano’, porém, não é uma quantidade física fundamental – estas são encontradas em sistemas atômicos e nucleares. Assim, é preciso substituir ‘ano’ por uma unidade mais fundamental, como o tempo em que a luz atravessa um próton, igual a 10^{-23} segundos. Nessa

unidade, a idade do Universo também atinge 10^{40} .

Dirac surpreendeu-se ao perceber que números conceitualmente tão diferentes (o quociente entre as forças elétrica e gravitacional exercidas entre próton e elétron e a idade do Universo em escala nuclear) eram tão grandes e idênticos. Acreditando que tal coincidência decorria de uma conexão profunda entre cosmologia e partículas elementares, Dirac elaborou sua *Hipótese dos números muito grandes*, publicada na revista *Nature* em 1937. Aplicada aos dois números acima referidos, essa hipótese diz que estão conectados por uma relação simples, do tipo:

As constantes da física

A física busca estabelecer regras de validade universal para a explicação dos fenômenos naturais utilizando muitas vezes as constantes físicas. Todos os prótons, por exemplo, têm a mesma massa. Assim, enunciar quantos prótons um dado corpo possui é dizer a massa do corpo. A massa do próton é, portanto, uma constante da física e seu valor em gramas é $1,6 \times 10^{-24}$ g. Mas a massa do próton não fornece sozinha uma lei da física, uma relação de validade universal.

A primeira constante associada a uma lei física de validade universal foi a constante gravitacional, ou G , identificada por Newton em sua teoria da gravitação. No sistema de unidades cgs (centímetro, grama e segundo), o valor de G é dado por $6,7 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \times \text{g}^{-1} \times \text{s}^{-2}$. Outra constante, identificada por Albert Einstein na teoria da relatividade restrita, é a velocidade da luz (c), dada no sistema cgs por $c = 3 \times 10^{10} \text{ cm} \times \text{s}^{-1}$ (o que equivale a 300 mil quilômetros por segundo). A carga do elétron (e), da teoria do eletromagnetismo, tem o valor de $e = 4,8 \times 10^{-10} \text{ g}^{1/2} \times \text{cm}^{3/2} \times \text{s}^{-1}$. Por sua vez, a constante de Planck (\hbar), fornecida pela mecânica quântica, vale $\hbar = 1,06 \times 10^{-27} \text{ g} \times \text{cm}^2 \times \text{s}^{-1}$. Assim, diferentes teorias da física possuem cada uma sua própria constante.

Números puros construídos com constantes fundamentais contêm informação qualitativa sobre as próprias leis da física. O importante número 137 é o inverso do que os físicos chamam de constante de estrutura fina, geralmente denotada por α ($\alpha = 1/137$). Chega-se a essa constante tomando o quadrado da carga do elétron (e^2), dividindo-o

pela velocidade da luz (c) e pela constante de Planck (\hbar): $\alpha = e^2/\hbar c = 1/137$ (ou seja, cerca de 10^{-2}). Isso significa que o número 137 contém três teorias: o eletromagnetismo (através da carga do elétron), a relatividade restrita (através da velocidade da luz) e a teoria quântica (através da constante de Planck). Qualquer cientista, em qualquer outra galáxia, quaisquer que sejam as unidades que use para medir a carga do elétron, a velocidade da luz e a constante de Planck, obterá, para o inverso da constante de estrutura fina, o valor 137.

Podemos também construir uma constante de estrutura fina para a gravitação (α_G). Essa constante não possui o mesmo estatuto que a constante α . Isso porque não existe uma ‘carga gravitacional’, semelhante à carga elétrica. Uma quantidade física com a mesma dimensão do produto e^2 pode ser construída com a multiplicação da constante gravitacional (G) pelo quadrado de uma massa (m) qualquer: $G \times m^2$. Usualmente, escolhe-se a massa do próton como m . Assim, encontra-se $\alpha_G = Gm_p/\hbar c$ (ou algo em torno de 10^{-39}), um número muito pequeno.

A discrepância entre os valores das duas constantes de estrutura fina (10^{-39} e 10^{-2}) deixa bem clara a diferença entre a força gravitacional e a força elétrica. A gravitação só se torna importante para objetos com grande massa, como planetas, ou ainda maiores, como estrelas, galáxias ou o próprio Universo. No caso de átomos ou objetos ainda menores, os efeitos gravitacionais são mínimos – nessas escalas, os efeitos eletromagnéticos dominam.

Hoje, é possível pensar que o Universo é infinito e está dividido em domínios, em cada um dos quais a física é diferente.



Idade do Universo = constante x quociente entre força elétrica e gravitacional (onde a 'constante' é um coeficiente com um valor da ordem da unidade)

Em termos genéricos, a hipótese dos números muito grandes afirma: "Quaisquer dois números muito grandes adimensionais ocorrendo na natureza estão conectados por uma relação matemática simples, na qual os coeficientes são da ordem de magnitude da unidade." Se confirmada experimentalmente, tal hipótese passaria a ser uma lei física.

O próprio Dirac aplicou suas idéias para explicar a igualdade entre os dois números puros em questão e deduziu que, como a idade do Universo varia com o tempo, então uma das duas forças (a elétrica ou a gravitacional) também varia com o tempo. Por esse raciocínio, não seria uma coincidência momentânea os dois números serem iguais. Ao contrário, tais números evoluiriam da mesma maneira ao longo da história do Universo. Supondo que as escalas elementares (fornecidas pela força elétrica) não mudam com o tempo, Dirac deduziu que a força gravitacional teria que variar. Como essa força é proporcional (pela Lei de Newton) à constante gravitacional G , Dirac concluiu que G varia no tempo – G , portanto, não seria realmente uma constante.

Isso levou o físico a sugerir que a gravitação seria forte no início do Universo e enfraqueceria com o tempo. Essa seria uma nova lei fundamental da física, derivada da hipótese dos números muito grandes: a gravitação universal, primeira lei física associada a uma constante fundamental (ver 'As constantes da física'), variaria no tempo. Todas as teorias sobre fenômenos que envolvem a gravitação (a cosmologia, a formação e evolução de sistemas galácticos e planetários, o nascimento, vida e morte das estrelas, a geofísica e outros) teriam que ser revistas caso a

conclusão de Dirac fosse comprovada.

Por mais de duas décadas, a proposta de Paul Dirac permaneceu sem alternativa consistente, que explicasse a igualdade entre o quociente entre as forças elétrica e gravitacional, e a idade do Universo em escala nuclear. Apenas em 1961 surgiu uma nova hipótese, ligada ao Princípio Antrópico. Naquele ano, o físico Robert Dicke apresentou um argumento para a coincidência entre os dois números em questão sem recorrer a novas leis da física.

Segundo Dicke, os dois números coincidem apenas em uma determinada época da história do Universo, que também coincide com a época mais provável para a existência de observadores. Tal época não pode ser anterior à existência das estrelas, pois estas sintetizam os elementos indispensáveis à vida (e portanto à existência de observadores). O Universo, portanto, precisa ser mais velho que o tempo necessário para a morte das estrelas em nebulosas planetárias e explosões de supernovas, já que tais fenômenos são os principais responsáveis pelo enriquecimento do espaço interestelar com os elementos químicos mais pesados. Também é improvável que a vida ocorra no Universo após a extinção de todas as estrelas. Assim, observadores (baseados em carbono) só podem existir quando a idade do Universo é igual à idade de uma estrela típica, ou maior.

A elegância do raciocínio de Dicke para a coincidência entre os dois números em questão está na percepção de que a idade de uma estrela típica pode ser estimada a partir das interações elétrica e gravitacional, sem alteração de qualquer lei da física. Para fazer esse cálculo, basta combinar dois fatos conhecidos: 1) as estrelas irradiam certa quantidade de energia por unidade de tempo (chamada de luminosidade); e 2) cada estrela possui certa quantidade de energia nuclear para queimar ao longo de sua vida, nas transformações de hidrogênio em hélio

e nas reações subseqüentes. Assim, o tempo de vida de uma estrela típica pode ser estimado pela relação:

Tempo de vida de uma estrela típica ~

Energia total da estrela
(proveniente da queima nuclear)

Luminosidade da estrela

Tanto o numerador 'energia total da estrela' quanto o denominador 'luminosidade da estrela' podem ser expressos em termos de constantes fundamentais, como e , G e outras. Dicke encontrou, efetuando o quociente acima, um valor da ordem de 10^{39} para o tempo de vida de uma estrela típica (na unidade 'tempo que a luz leva para atravessar um próton'). Observadores devem aparecer num tempo igual ou maior a 10^{39} e encontram que a idade do Universo atual, de 10^{40} , está automaticamente satisfeita.

Assim, Dicke demonstrou que a idade do Universo em escala nuclear tem que ser igual a 10^{39} ou maior – tempo de existência de uma estrela típica – para haver vida. Tal tempo é por coincidência da ordem do quociente entre a força elétrica e gravitacional. Não foi preciso alterar as leis da física. O argumento de Dicke diz que a ocorrência de observadores no Universo é de alguma forma privilegiada: não pode se dar em qualquer idade e é mais provável que aconteça em uma dada época. Tal época é determinada pelo tempo necessário para que o Universo seja enriquecido com elementos químicos mais pesados que o hidrogênio, como o carbono, indispensáveis à vida. Isso significa que os observadores, quando vêm à existência, contemplam exatamente um universo capaz de contê-los. O Princípio Antrópico, no caso, não prevê um novo fenômeno mas evita complicações desnecessárias à compreensão física do mundo.

O argumento de Dicke, no entanto, também recebe críticas. Uma delas, frequente, baseia-se no fato de que as

estrelas de vida mais curta duram alguns milhões (10^6) de anos, ao contrário do Sol, que tem idade estimada em 10 bilhões (10^{10}) de anos, e que tais estrelas de vida curta, por terem grande massa, são sérias candidatas a supernovas, fator básico na disseminação de carbono no Universo. Nesse caso, a vida poderia existir bem antes da época atual: 10^{36} , em escala atômica, quando a idade do Universo na mesma escala é de 10^{40} , diferença significativa mesmo para tais ordens de grandeza. Considera-se, por isso, que a validade do argumento de Dicke depende da comprovação de que as primeiras gerações de estrelas apresentavam massa relativamente baixa.

O raciocínio de Dicke, entretanto, não responde às questões suscitadas pela coincidência entre o quociente da força elétrica pela gravitacional e a idade do Universo em escala atômica. Em particular, não explica porque a interação gravitacional é tão diminuta em relação à eletromagnética. Essa grande disparidade de magnitude entre as duas forças, porém, pode ser explicada por outro argumento de origem antrópica.



O Universo e a gravitação

A explicação para a disparidade entre as

forças eletromagnética e gravitacional foi desenvolvida pelo físico Brandon Carter. Seu ponto de partida foi olhar para as propriedades das estrelas em geral e selecionar as que dependem criticamente da constante G . Estrelas comuns estão em equilíbrio porque queimam hidrogênio em seu centro e a força de pressão resultante da radiação que emerge dessa queima contrabalança a inexorável força gravitacional. Tais estrelas permanecem nessa fase estável por longo tempo – de alguns milhões até vários bilhões de anos, dependendo de sua massa. A massa, portanto, define as propriedades fundamentais de uma estrela.

Assim, quanto maior a massa de uma estrela, maior sua temperatura superficial e maior sua luminosidade. No início deste século, dois astrônomos, o dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e o norte-americano Henry N. Russell (1877-1957), pesquisaram independentemente e de forma sistemática as propriedades das estrelas e idealizaram um gráfico em que todas podem ser posicionadas segundo uma associação entre a luminosidade e a temperatura superficial. Tal gráfico, conhecido como Diagrama de Hertzsprung-Russell (ou HR), mostra que as estrelas estáveis estão localizadas em uma faixa bem definida, chamada 'seqüência principal' (figura 2).

O Sol está situado na área central da

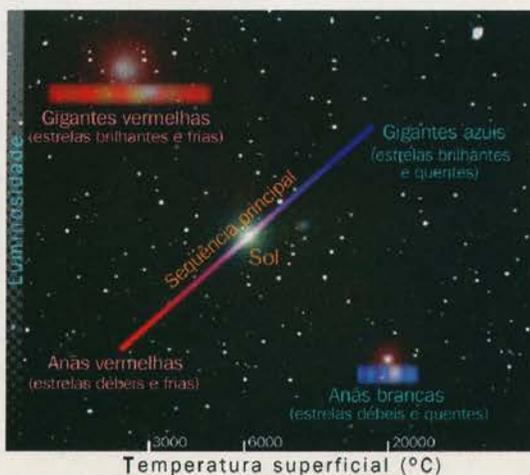


Figura 2. Diagrama H-R para as estrelas: o eixo vertical indica a luminosidade da estrela, enquanto o horizontal representa a temperatura superficial. A 'mancha' diagonal central abriga o maior número de estrelas, inclusive o Sol, e por isso é chamada de seqüência principal. Todas as estrelas da seqüência principal queimam hidrogênio em seu centro. Nos extremos da seqüência principal estão as gigantes azuis e as anãs vermelhas, e fora da seqüência principal estão as estrelas evoluídas: gigantes vermelhas e anãs brancas.

seqüência principal, enquanto as anãs vermelhas e as gigantes azuis estão nos extremos dessa seqüência. As anãs vermelhas são estrelas de baixa massa, que brilham pouco. Nelas, o suprimento de energia do núcleo para a superfície se dá não pelo processo de radiação de energia, como ocorre no Sol e nas gigantes azuis, e sim através de movimentos de convecção (deslocamentos da massa da estrela provocados pelas diferenças de temperatura entre a borda e o interior). O interior da estrela é como uma imensa panela de água fervendo, com um fluxo contínuo de matéria indo do núcleo até a superfície e da superfície até próximo do núcleo. A convecção

impede que tais estrelas produzam carbono. Já as gigantes azuis são estrelas de grande massa, com altas temperaturas na superfície. Tais estrelas não podem possuir planetas, porque toda a massa da nuvem de gás original é aproveitada pela estrela em sua formação.

Por outro lado, estrelas com massa intermediária, como o Sol, permitem que uma pequena parte da nuvem original permaneça orbitando ao seu redor, formando um disco de gás que eventualmente se condensa em vários planetas. Tal raciocínio é especulativo, porque ainda não existe uma teoria de formação planetária considerada perfeita. No entanto, dados observacionais e si-

mulações numéricas de evolução estelar indicam que estrelas com massas intermediárias podem possuir planetas e gigantes azuis não.

Percebemos, desse modo, que as anãs vermelhas não fabricam carbono, ingrediente básico para a criação de vida, e que as gigantes azuis não possuem planetas, locais com a estabilidade necessária para o desenvolvimento e reprodução dessa vida. Somente em um Universo em que estrelas com as características do Sol se formem é possível ter as condições básicas para a vida: injeção maciça de carbono e de outros elementos no meio interestelar e planetas para absorver e aproveitar esses elementos.

Os limites de G

A maioria das características de uma estrela não apresenta mudanças qualitativas se a constante G for alterada. A massa das estrelas varia entre um décimo de uma estrela típica (denotada por M_t) e 10 vezes essa massa típica. Assim, se denotarmos por M a massa de uma estrela qualquer, podemos dizer: $M_t/10 \leq M \leq 10M_t$. Portanto, a maioria das estrelas tem massa da ordem de M_t . Nenhuma estrela possui massa menor que $M_t/10$, nem muito maior que $10M_t$.

Em nosso Universo, a massa de uma estrela típica é da ordem da massa do Sol (que podemos denotar por M_\odot). No entanto, se a constante gravitacional (G) for maior, a atração gravitacional aumentará e a massa típica não será mais equivalente à do Sol. Em um universo em que G for, por exemplo, 100 vezes maior, a massa de uma estrela típica será mil vezes menor que a do Sol ($M_\odot/1.000$), ou seja, semelhante à massa do planeta Júpiter, 10^{30} g (figura 3). Assim, as massas das estrelas variarão entre um

| | M TÍPICA | M . | M DE GIGANTE AZUL | M DE ANÃ VERMELHA |
|-----------|---|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| G | $1M_\odot = 10^{33}$ g | 10^{32} a 10^{34} g | $>10^{33}$ | $<10^{33}$ |
| 100 G | $1/1.000 M_\odot = 10^{30}$ g (= M de Júpiter) | 10^{29} a 10^{31} g | $>10^{29}$ (todas são GA) | $<10^{29}$ (não há AV) |
| 1/100 G | $100 M_\odot = 10^{36}$ g | 10^{35} a 10^{37} g | $>10^{36}$ (não há GA) | $<10^{36}$ (todas são AV) |

Figura 3. Massas das estrelas em nosso Universo, com a constante de gravitação de Newton (G), e em universos diferentes, com G cem vezes maior ou cem vezes menor.

décimo da massa de Júpiter (10^{29} g) e 10 vezes essa massa (10^{31} g). Ao contrário, se G for 100 vezes menor, a massa típica será mil vezes maior que a do Sol – uma estrela típica equivalerá a mil sóis. Nesse caso, as massas das estrelas variarão entre um décimo e 10 vezes a massa de mil sóis. Logo, uma característica qualitativa importante que não se altera com a mudança do valor de G é que a massa das estrelas está dentro de uma faixa que vai de um décimo da massa típica até 10 vezes essa massa.

Por outro lado, a posição da estrela na seqüência principal depende crucialmente do valor da constante G . Carter descobriu que, se G for, por exemplo, 100 vezes maior, as estrelas que tiverem massa maior ou da ordem de $M_t/10$ (10^{29} g) serão gigantes azuis. No entanto, como mostra a tabela, em um universo com esse valor de G todas as estrelas terão massa maior do que 10^{29} g. Logo, todas as estrelas serão gigantes azuis. Se, ao contrário, G for 100 vezes menor, as estrelas que tiverem massa de até 10^{37} serão anãs vermelhas. Nessa condição, como mostra a tabela, todas as estrelas serão anãs vermelhas.

A partir desse argumento, Carter usou a constante da gravitação G e sua magnitude (em relação às outras constantes da natureza) para mostrar que de fato nosso Universo é perfeito: o valor de G observado é o único que torna possível produzir estrelas como o Sol (ver 'Os limites de G '). Se G fosse maior, todas as estrelas seriam gigantes azuis e não teríamos planetas. Se G fosse menor, todas as estrelas seriam anãs vermelhas, sem carbono e frias. Logo, se há vida (e observadores), o valor de G tem que estar dentro de determinada faixa para que existam estrelas com as características do Sol. Assim, o mesmo Universo apresenta planetas orbitando estrelas e carbono gerando estruturas com a complexidade necessária à vida sobre esses planetas.

Esse argumento torna possível conectar as constantes de estrutura fina elétrica (α) e gravitacional (α_G). A constante de estrutura fina elétrica (α) envolve a carga elétrica elementar (e) e está relacionada às escalas atômicas, tendo o valor aproximado de $\alpha = 1/137 = 10^{-2}$. A constante de estrutura fina gravitacional envolve a constante da gravitação (G) e está relacionada às escalas astronômicas, tendo o valor aproximado de $\alpha_G = 10^{-39}$. Através de cálculos que envolvem os processos físicos complicados que ocorrem numa estrela, Carter mostrou que as estrelas típicas só têm as características do Sol quando a constante de estrutura fina gravitacional é igual à vigésima potência da constante de estrutura fina elétrica ($\alpha_G = \alpha^{20}$). Isso de fato ocorre na natureza, já que 10^{-39} é aproximadamente $(10^{-2})^{20}$. Portanto, se estamos aqui e somos feitos de carbono, devemos constatar a exata disparidade que observamos entre as magnitudes das forças elétrica e gravitacional.

O Princípio Antrópico pode explicar, assim, não só a idade do Universo (Dicke) mas também a disparidade de magnitude entre a gravitação e o eletromagnetismo (Carter). O argumento de Carter poderá

ser descartado quando uma teoria física fundamental conseguir explicar o valor específico de cada constante. Na ausência de tal teoria, esse raciocínio serve como indicador importante de que as grandezas e e G estariam, de fato, relacionadas. Entretanto, o argumento não explica porque a constante α é igual a $1/137$. Nenhuma teoria fornece uma razão para esse valor. Essa é uma pergunta que muitos físicos já tentaram responder, sem sucesso. Ainda é um mistério.

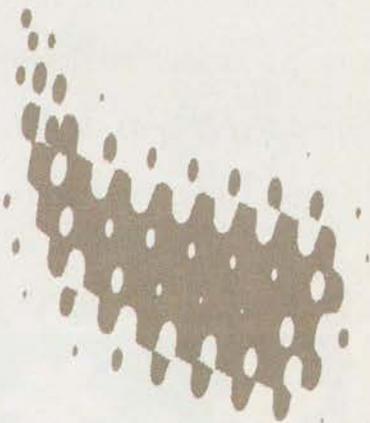
Além do eletromagnetismo e da gravitação, existem a força forte, responsável pela união de três quarks em um próton e também de prótons e nêutrons no núcleo atômico, e a força fraca, que determina a desintegração do nêutron em um próton, um elétron e um antineutrino. Pode-se pensar que essas forças são totalmente independentes de α e α_G , mas existem argumentos antrópicos inter-relacionando suas magnitudes.

Aplicado à cosmologia, o Princípio Antrópico sugere que nosso universo não é único, mas apenas um entre um conjunto de universos. Seguindo o raciocínio do físico russo Andrei Linde, é possível pensar em um universo infinito, dividido em domínios, em cada um dos quais a física seria diferente. A maior parte de um tal universo seria um 'deserto', enquanto evolução química e biológica ocorreriam apenas em um 'oásis', no qual as constantes fundamentais e o número de dimensões do espaço-tempo teriam os valores apropriados. O raciocínio antrópico propõe que tais mundos ou domínios existam, embora hoje não tenhamos acesso direto a eles.

Em resumo, o Princípio Antrópico afirma que a existência de observadores como nós é fonte de conhecimento

sobre a natureza do Universo. Essa condição, entretanto, pode ser vista como uma consequência da interconexão entre as escalas da estrutura do Universo. A vida apresenta o maior grau de complexidade que conhecemos. Não é difícil, então, supor que a interconexão entre todas as escalas de estrutura aparece de forma mais evidente quando observamos a estrutura mais refinada que o Universo já produziu.

De certa forma, o Princípio Antrópico e suas implicações representam um 'primeiro contato' com a interdependência circular do nosso conhecimento. Assim, a estreita interconexão física entre o homem e a natureza que salta aos olhos a partir desse princípio é simplesmente uma porta de entrada privilegiada para contemplarmos a harmonia complexa da realidade.



Sugestões para leitura:

- BARROW, J.D. & TIPLER, F.J. *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, Nova York, 1986.
- CARR, B.J. & REES, M.J. *Nature*, vol. 278, p. 605, 1979.
- DAVIES, P.M. *Other Worlds*, Abacus, Londres, 1980.
- DAMINELI NETO, A. 'Nascimento, vida e morte das estrelas', in *Ciência Hoje* nº 2, 1982.
- LEMOS, J.P.S. 'A origem do mundo', in *Ciência Hoje* nº 88, 1993.
- LEMOS, J.P.S. 'O destino das estrelas', in *Ciência Hoje* nº 97, 1994.



[*Dialdata Systems*]

Segurança e qualidade no melhor acesso discado e dedicado.

Disponível em várias capitais do Brasil e mais de 1500 cidades do mundo inteiro.

Links dedicados de alta velocidade, conectado à rede das empresas.

A maior facilidade no hosting e manutenção de sites.

Suporte a tecnologias de Intranet, Banco de Dados, Comércio Eletrônico, Java, CGI e outras.

Profissionalismo, qualidade e competência dos melhores profissionais do mercado.



Dialdata Systems

R. Bandeira Paulista, 716 - 1º andar

Tel.: 829-4731 Fax: 822-4588

marketing@dialdata.com.br

http://www.dialdata.com.br



Surf Sistema de Busca

surf@surf.com.br

http://www.surf.com.br

Por isso é o provedor escolhido pelas empresas:

• **ALMAP/BBDO** • **TV Bandeirantes** • **BCN** -
Banco de Crédito Nacional • **Blindex** • **BNL** -
Banca Nazionale del Lavoro • **Brasmotor** • **Ca-**
mara Italiana • **Camargo Corrêa** • **Casio** • **CESP**
 • **Coelho da Fonseca** • **Comgás** • **DIMEP** • **DM9** •
Embraco • **Enio Mainardi** • **Fenasoft** • **Fenasoft**
Virtual • **Furukawa** • **Grupo Ultra** • **Iate Clube**

de Ilha Bela • **Impacta** • **Kropki** •
Maurício de Sousa • **Metrô** •
Mobitel • **Multibrás** • **.Net** • **Ordem dos**
Economistas • **Packard Bell** - **NEC** • **PC**
Magazine • **Plaza Shopping** • **Roque &**
Associados • **S2** • **Shopping Paulista** •
Stefanini • **Sucesu Sp** • **Superliga de Vôlei** •
Tribunal de Justiça de S. Paulo • **Viação**
Cometa • **Visconti** • **Webra** • **West Plaza ...**

*e mais de 100 outras empresas preferem a **Dialdata** como parceiro internet. **E você?***

Controle de cipós ajuda a salvar fragmentos de floresta

Um dos ecossistemas mais importantes, entre os que formavam a cobertura vegetal original do Estado de São Paulo, é a floresta estacional semidecídua, ou seja, a que perde parte das folhas em algum período do ano. As últimas amostras desse ecossistema, no estado, são fragmentos de floresta espalhados por municípios do interior. Apesar de sua grande importância como reservas de biodiversidade, tais áreas remanescentes

têm sua conservação ameaçada, em função do tamanho, do isolamento e das contínuas perturbações – principalmente a extração de madeira na primeira metade do século, a caça e os incêndios periódicos.

Encontrar meios de preservar os poucos fragmentos de floresta existentes na região de Piracicaba, município situado a cerca de 170km da capital paulista, é o objetivo do projeto Biologia e Manejo de Fragmentos Florestais, desenvolvido pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) desde 1989. As pesquisas buscam conhecer melhor a dinâmica das matas remanescentes e as condições necessárias à sua conservação. A equipe do projeto desenvolve, desde meados de 1994, um dos primeiros experimentos, no Brasil, de manejo conservacionista em bases científicas.

Os estudos sobre as condições de conservação basearam-se nas espécies arbóreas encontradas em seis fragmentos florestais de diferentes tamanhos: dois de 0,7ha, dois de cerca de 10ha, um



Figura 1. Vista aérea de fragmento de floresta com 86 ha, situado em Piracicaba (SP), incluído no estudo. A principal atividade agrícola na região é a cultura de cana-de-açúcar (plantações vistas em torno do fragmento).

de 86ha (figura 1) e um de 220 ha. Para isso, a área de cada fragmento foi dividida em transectos – faixas de 10m de largura e comprimento variável, atravessando-o de um lado a outro (figura 2). Tais estudos permitiram a divisão das matas remanescentes em ecounidades, ou seja, trechos de floresta com características específicas (tamanho e densidade de árvores, cobertura por cipós e bambus, diversidade de espécies arbóreas e outras).

As ecounidades pesquisadas são de quatro tipos (figura 3): capoeira baixa, bambuzal, capoeira alta e mata madura. O termo capoeira refere-se aqui a trechos degradados de uma mata remanescente. Um mesmo fragmento pode apresentar trechos degradados e não-degradados.

Durante os estudos, foram medidas e identificadas as árvores com DAP mínimo de 5cm (DAP é o diâmetro do tronco a 1,3m acima do solo). Na capoeira baixa e no bambuzal, ecounidades com menor desenvolvimento da

vegetação, são baixos o tamanho e a densidade das árvores e praticamente não ocorre regeneração das espécies arbóreas. A diferença entre os dois tipos é a ocupação intensa por cipós, no primeiro, e por bambus, no segundo. Na capoeira alta, embora sejam maiores o tamanho e a densidade das árvores, também é alta a ocupação por cipós. Já na mata madura são altos o tamanho, a densidade e a taxa de regeneração das árvores,

e baixa a ocupação por cipós. As duas primeiras apresentam os trechos mais degradados e as duas últimas os mais conservados.

Diversidade e degradação

A diversidade de espécies arbóreas é elevada nos fragmentos estudados: os maiores possuem mais de 100 espécies. Isso revela que mesmo pequenas áreas remanescentes de floresta – isoladas há muitas décadas – podem manter por longo tempo uma riqueza de árvores, o que justifica sua conservação. Foi constatado, no entanto, que os fragmentos florestais, mesmo quando protegidos da ação humana, podem tornar-se muito degradados em relação à estrutura original. Algumas ações humanas, como os incêndios, aceleram esse processo.

Tal degradação foi observada nas pesquisas. Em condições normais, é intensa a regeneração das espécies arbóreas. Em geral, as espécies pioneiras, que exigem muita luz, crescem nas clareiras formadas no meio da floresta por

quedas de árvores. Mas isso não acontece na capoeira baixa, embora seja um ambiente aberto, semelhante a uma clareira. Nos fragmentos, portanto, essa ecounidade apresenta uma dinâmica prejudicada, com baixíssima regeneração das espécies arbóreas, situação diferente da observada em florestas contínuas.

Nos trechos de mata madura, tanto a densidade de espécies típicas de sub-bosque e de espécies de floresta bem desenvolvidas quanto a taxa de regeneração nas clareiras são altas. Já na capoeira alta, ecounidade intermediária, apresentam maior densidade as espécies favorecidas pelo aumento da luminosidade, em decorrência da maior abertura do dossel (a cobertura vegetal), situação típica de florestas degradadas.

Os seis fragmentos incluídos no estudo caracterizam-se por altos percentuais de capoeira baixa e baixos percentuais de mata madura. O principal tipo de vegetação encontrado, porém, é a capoeira alta (figura 4). Isso significa que as manchas de floresta isoladas há décadas, mesmo quando protegidas da ação do homem, são compostas em sua maior parte por ecounidades que indicam diferentes estados de degradação (capoeira baixa, bambuzal e capoeira alta). Tal degradação é causada por uma série de fatores, em geral resultantes da fragmentação e do isolamento: mudanças no microclima, extinção de espécies por motivos diversos, invasão por espécies estranhas à vegetação original, superpopulação de espécies favorecidas pelas mudanças e outros.

A ocupação dos fragmentos por cipós é freqüente. Uma possível explicação para isso é a de que algumas espécies pioneiras desse tipo de vegetal (*Acacia paniculata*, *Celtis iguanaea* e *Dicella bracteosa* são as principais) foram favorecidas pelas alterações decorrentes do longo isolamento, em especial o aumento da luminosidade e da temperatura, e assim tornaram-se agentes

secundários de degradação. Comuns em florestas tropicais, os cipós são importantes para o ecossistema, como fontes de alimento para a fauna ou como responsáveis por boa parte da diversidade das plantas superiores, mas algumas espécies, por sua alta taxa de crescimento, podem tornar-se prejudiciais em certas situações. Nas clareiras formadas nos fragmentos, tais espécies ocupam rapi-

damente o espaço disponível, impedindo ou retardando a regeneração das árvores e até tornando-se uma das principais causas da mortalidade destas.

Manejo e conservação

Os experimentos de acompanhamento e manejo conservacionista (intervenção para auxiliar a recuperação da flora e da fauna) foram realizados em clareiras nas

| | Fragmentos (hectares) | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|-------------|---------|-------------|-----------------|
| | 0,7 | 0,7 | 10 | 10 | 86 | 220 |
| Nº DE ESPÉCIES | 38 | 23 | 102 | 51 | 128 | 119 |
| Nº DE TRANSECTOS | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| COMP. TRANSECTOS (M) | 104;77 | 62,8;70,4 | 155;109;503 | 311;287 | 389;538;413 | 300;300;300;300 |
| ÁREA AMOSTRAL (HA) | 0,18 | 0,13 | 0,77 | 0,58 | 1,34 | 1,27 |

Figura 2. Número de espécies, número de transectos, comprimento de cada transecto e área amostral dos seis fragmentos estudados.

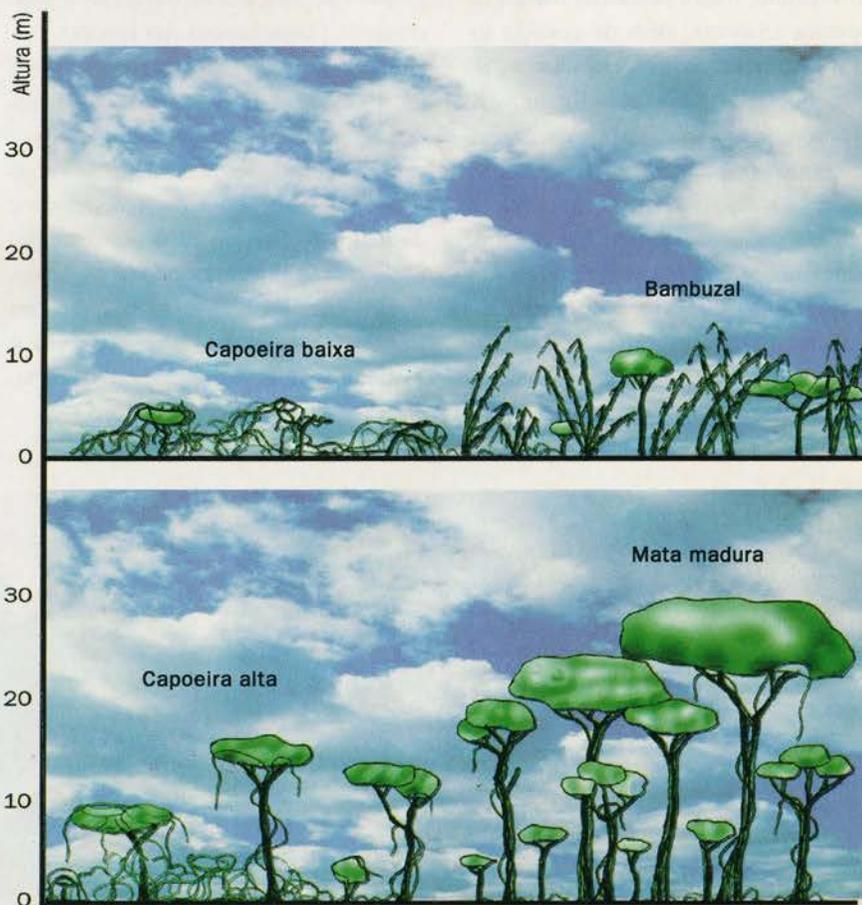


Figura 3. Perfis esquemáticos das quatro ecounidades encontradas nos fragmentos florestais da região de Piracicaba (SP).

| | Fragmentos (ha) | | | | | | Média |
|----------------|-----------------|-----|-------|------|-------|-------|-------|
| | 0,7 | 0,7 | 10 | 10 | 68 | 220 | |
| CAPOEIRA BAIXA | 31,51 | 0 | 26,08 | 15,3 | 24,19 | 17,38 | 19,08 |
| BAMBUZAL | 0 | 0 | 6,19 | 0 | 6,56 | 18,79 | 5,26 |
| CAPOEIRA ALTA | 68,49 | 100 | 60,44 | 68,7 | 65,05 | 63,83 | 71,09 |
| MATA MADURA | 0 | 0 | 7,29 | 16 | 4,2 | 0 | 4,6 |

Figura 4. Percentual das ecounidades em cada fragmento estudado e percentual médio.

áreas de capoeira (baixa e alta), por serem trechos de vegetação arbórea degradada. A intenção foi a de reverter o processo de degradação, melhorando as condições de desenvolvimento do ambiente florestal nessas ecounidades.

Na capoeira baixa, as áreas pesquisadas receberam tratamentos diferentes. No primeiro, todo o cipó foi cortado (com dois cortes anuais de manutenção). No segundo, foram plantadas mudas de espécies arbóreas, além de cortado todo o cipó (com quatro cortes anuais de manutenção). Outras áreas foram mantidas sem tratamento, para comparação (testemunha). Na capoeira alta, o experimento incluiu apenas áreas onde o cipó foi cortado (com um corte anual de manutenção) e áreas-testemunhas.

Os resultados do experimento em capoeira baixa mostraram-se bastante favoráveis em apenas 12 meses de acompanhamento, confirmando que o

cipó afeta a regeneração das árvores. Nas áreas tratadas com corte de cipó, as espécies arbóreas apresentaram grande desenvolvimento, em densidade e em tamanho – tanto das arvoretas presentes no local no início do experimento quanto das que germinaram posteriormente. As parcelas-testemunhas, não tratadas, mantiveram a vegetação já existente ou perderam árvores.

Em um ano, a área basal (área total ocupada pelos troncos das árvores, calculada a partir do DAP) cresceu 226,17% nas parcelas com corte de cipós e plantio de mudas (sem considerar as árvores plantadas), aumentou 53,55% nas parcelas apenas com corte de cipós e diminuiu 77,58% no caso das testemunhas. No mesmo período, o tamanho somado das copas das árvores cresceu 562,5% onde houve corte e plantio e 314,36% onde houve apenas corte, caindo 12,88% nas testemunhas.

Os melhores resultados ocorreram nas parcelas com plantio de enriquecimento e controle mais freqüente do cipó, para impedir o abafamento das mudas. Após o corte dos cipós, germinaram em nível variado, em tais áreas, sementes de árvores já presentes no solo, como fumo-bravo (*Silvanum granuloso-leprosum*) e pau-pólvora (*Trema micrantha*). A germinação das mesmas espécies, no entanto, foi rara nas parcelas sem plantio de enriquecimento, provavelmente em função da menor freqüência de controle do cipó.

O desenvolvimento das espécies plantadas também foi bastante rápido. Algumas, como pau-pólvora e capixingui (*Croton floribundus*) tiveram crescimento médio (em altura) de mais de 300% em seis meses. Mesmo árvores de crescimento mais lento, como jequitibá (*Carinianaspp.*) e pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), dobraram de altura no mesmo período. Em diâmetro de copa, o crescimento em seis meses foi ainda maior, para várias espécies: capixingui (472,95%), pau-pólvora (1.179,24%), ipê (*Tabebuia spp.* – 288,51%), jequitibá (209,43%) e pau-marfim (574,67%).

Para o plantio de enriquecimento foram usadas, em três associações, 12 espécies diferentes. Apenas uma delas, um tipo de eucalipto (*Eucalyptus uro-*

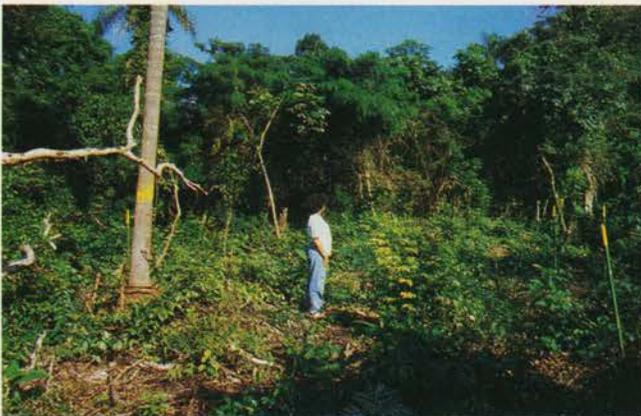


Figura 5. Área de capoeira baixa que sofreu intervenção: na época da abertura para a instalação do experimento de manejo (A) e três meses após essa instalação (B).

phylla), não é nativa da região. Essa árvore foi incluída nos experimentos por ter características interessantes para o controle do cipó na capoeira baixa: por crescer rapidamente e atingir grande porte e copa densa, não se regenera sob a floresta nativa, e portanto não apresenta risco de invasão do ecossistema. Mesmo fortemente atacado por formigas-cortadeiras (*Atta spp.*), o eucalipto foi uma das espécies de maior crescimento: 178,07% para altura e 1.086,81% para copa, em seis meses.

O custo do manejo foi relativamente alto na capoeira baixa – ao redor de US\$ 1.800/ha para instalação e manutenção por dois anos. Mas esse custo, semelhante aos de revegetação de floresta nativa, poderá futuramente ser reduzido. Os resultados da pesquisa em capoeira alta, em andamento, só serão conhecidos dentro de dois ou três anos. No entanto, seu baixo custo (cerca de US\$ 120/ha para instalação e manuten-

ção por três anos) e os resultados promissores obtidos na capoeira baixa sugerem que esse experimento seja viável.

Cipós e sobrevivência

A dinâmica de florestas tropicais desenvolve-se através da formação de clareiras, em geral causadas por quedas de árvores, e subsequente ocupação do espaço aberto por novas árvores. As clareiras formam-se normalmente em fragmentos florestais isolados no interior paulista, mas o crescimento de novas árvores está sendo afetado pela rápida e intensa ocupação do espaço por cipós. Presentes nas copas das árvores da floresta, tais cipós mostram grande vantagem na competição com as pequenas arvoretas que deveriam se desenvolver nas clareiras.

A regeneração das árvores em áreas de capoeira baixa (semelhantes às clareiras) é impedida provavelmente por poucas espécies de cipós – as de cres-

cimento mais rápido e mais adaptadas a ambientes abertos. A proliferação dos cipós parece ser uma causa secundária de degradação dos fragmentos, provocada por alterações microclimáticas (decorrentes do desmatamento ocorrido ao redor das manchas de floresta), do isolamento a que estão submetidas e de intervenções humanas em décadas passadas. No entanto, seu controle pode ajudar, junto com outras medidas de proteção e manejo, a garantir a sobrevivência dessas relíquias naturais.

André A. J. Tabanez

*Department of Plant Biology,
Louisiana State University.*

Virgílio M. Viana

Henrique E. M. Nascimento

*Departamento de Ciências Florestais,
Escola Superior de Agricultura Luiz
de Queiroz, Universidade de São Paulo.*

Múltiplas rainhas em sociedades de cupins

O fenômeno favorece de várias maneiras a sobrevivência das espécies

Cupins, abelhas, formigas e vespas são insetos sociais: constroem ninhos – como são chamadas as suas colônias – onde abrigam a cria e formam um sistema de sociedade caracterizado por elevado grau de hierarquia e divisão de trabalho. Os insetos sociais possuem em suas colônias indivíduos com morfologia e funções diferentes, organizados em castas, responsáveis pela divisão de trabalho e pela ótima eficiência do funcionamento dessas sociedades. No cupinzeiro encontramos três castas: a dos reprodutores, a dos operários e a dos soldados (figuras 1 e 2).

Em geral, cada cupinzeiro tem um casal de reprodutores: a rainha, que produz os óvulos, e o rei, que os fertiliza. Os soldados, machos e fêmeas, são responsáveis pela defesa da sociedade. Os operários, também machos e fêmeas, realizam todos os trabalhos do cupinzeiro: coletam alimento, constroem e reparam o ninho, alimentam as outras castas, cuidam da prole etc. Soldados e operários são estéreis e constituem a casta neutra, subordinada ao casal real. Seu aparelho reprodutor é atrofiado, por isso é difícil identificar o sexo nesses indivíduos.

O sistema social desses insetos contribui para que eles consigam escapar de alguns limites morfológicos e fisiológicos impostos aos insetos solitários. Estes estão sujeitos a pressões ambientais que não afetam tanto os insetos sociais. O aumento da plasticidade ou flexibilidade biológica (capacidade dos organismos de sofrerem mudanças frente a alterações ambientais), assim como a existência de múltiplas rainhas na comunidade resulta em maior adaptação ecológica (capacidade dos organismos de se adaptarem a novos ambientes ou a mudanças no ambiente). As castas são



Figura 1. Parte de ninho do cupim do cerrado *Armitermes euamignathus*, com ovos, indivíduos jovens, representantes da casta neutra (operários e soldados) e reprodutores alados (siriris ou aleluias). As letras significam: A (reprodutor alado), OV (ovos), PS (pré-soldado), S (soldado).



Figura 2. Operários (O), soldados (S) e reprodutores alados (A). Tais reprodutores, machos e fêmeas, serão os reprodutores primários de futuras colônias de cupins.

exemplos de adaptações comportamentais decorrentes da plasticidade ecológica dos insetos sociais.

Na maioria dos ninhos de cupins, a reprodução sexual é privilégio de uma única fêmea, a rainha. As rainhas são especialistas na produção de ovos e responsáveis pelo aumento da energia da colônia em direção à reprodução. Alguns pesquisadores consideram as sociedades dos cupins como sociedades perenes porque, além de terem uma rainha altamente especializada para a reprodução – elas se tornam verdadeiras fábricas de ovos (ver *Ciência Hoje* nº 85) –, também possuem a capacidade de substituí-la quando adoece ou morre. Essa característica contrasta com o perfil dos insetos solitários vinculados a um ciclo de vida anual, com fêmeas muito menos fecundas.

A existência de várias rainhas (poliginia) produzindo ovos dentro de um mesmo ninho ocorre em algumas espécies de cupins e constitui um mecanismo pelo qual essa sociedade de insetos consegue driblar as forças ecológicas e evolutivas (por exemplo, forças ambientais, como a falta de alimento, mudança no clima etc.) sempre prejudiciais a espécies que contam apenas com uma rainha (monoginia).

Na sociedade dos cupins surgem vários tipos de reis e rainhas. Os primeiros

reprodutores que aparecem no ninho são os reprodutores primários, ou seja, um rei primário e uma rainha primária. Esses reprodutores primários começam sua vida como indivíduos alados, conhecidos popularmente como siriris ou aleluias. São vistos ao redor das lâmpadas das casas e dos postes das ruas na época da revoada, ocasião em que saem do ninho de origem e formam casais. Depois perdem as asas e vão fundar novas colônias. As rainhas primárias da família Termitidae são também denominadas rainhas fisogástricas (figura 3) porque seus abdômens são hipertrofiados, consequência do grande desenvolvimento dos ovários.

Para que haja substituição da rainha, algumas fêmeas jovens do cupinzeiro amadurecem o aparelho reprodutor muito cedo, antes de chegarem à idade adulta (neotenia). Após o envelhecimento ou morte da rainha primária, aparece uma rainha neotênica, que pode ser secundária ou terciária. As rainhas secundárias (ou 'neotênicas ninfóides') são derivadas de ninfas (indivíduos que originam também os reprodutores alados). É fácil reconhecê-las, porque têm brotos de asas ligados ao tórax (figuras 4 e 5). A rainha secundária, portanto, nunca sai do cupinzeiro onde nasce e seu desenvolvimento nunca atinge o de uma rainha primária, sempre mais notável.

Quando a rainha primária morre e não existem dentro do cupinzeiro ninfas disponíveis para originar rainhas secundárias, algumas espécies de cupins podem desenvolver rainhas terciárias. Tais rainhas terciárias ou 'neotênicas ergatóides' originam-se de operárias. Existem poucos estudos sobre o surgimento de rainhas terciárias. Talvez a falta de feromônios 'reais' (substâncias químicas produzidas pela rainha primária), que inibem o funcionamento dos ovários das operárias, permita que seu aparelho reprodutor seja ativado. Essas rainhas parecem operárias maiores, porque apresentam abdômen volumoso, mas seu desenvolvimento ovariano não é equivalente ao das rainhas secundárias ninfóides, que exibem acentuada fisogastría.

No cupim *Kaloterms flavicollis* (família Kalotermitidae), após a morte do rei e da rainha primária, surgem vários reprodutores neotênicos de substituição. Contudo, esses múltiplos reprodutores secundários brigam entre si e, no final, sobra apenas um casal secundário funcional, pois os demais são eliminados. A esse respeito, a questão que se coloca é a seguinte: qual é a vantagem dessa espécie em investir energia na formação de múltiplos reprodutores, para depois eliminar os extras? Pode ser que, com tal procedimento, esteja inves-



Figura 3. Rainha primária do cupim *Armitermes euamignathus* sendo atendida por grupo de operários. A fisogastría abdominal (aumento do tamanho do abdomen) é causada principalmente pelo desenvolvimento do aparelho reprodutor.



Figura 4. As múltiplas rainhas neotênicas ninfóides apresentam fisogastría e não mostram agressividade entre si. No rei primário (indicado pela seta), não há brotos alares ligados ao tórax, como os presentes nos múltiplos reprodutores neotênicos ninfóides.

tindo em ter como líder da colônia o casal mais forte.

Enquanto algumas colônias de cupins produzem reprodutores de substituição apenas no caso da morte do casal primário, outras produzem grandes quantidades de reprodutores neotênicos (reis e rainhas), mesmo na presença dos reprodutores primários. São denominados reprodutores suplementares. Rainhas suplementares complementam a oviposição da rainha primária e constituem uma reserva de reprodutoras que pode servir à colônia em períodos críticos, economizando um ou vários passos na substituição do casal real primário.

A ocorrência de rainhas neotênicas é altamente variável entre as diversas espécies de cupins. Múltiplas rainhas neotênicas são comuns na família Rhinotermitidae, na qual a diferenciação de rainhas neotênicas suplementares permite a expansão da sociedade através de um aumento na taxa de produção de ovos. Geralmente, esses reprodutores suplementares ficam em câmaras do ninho diferentes daquela que aloja o casal primário e, assim, ajudam a expandir os limites do cupinzeiro, contribuindo para o aumento da sua população. Em algumas espécies da família Termitidae, como no cupim neotropical *Armitermes euamignathus* (figura 4), a presença de múltiplas rainhas neotênicas

ninfóides também é comum, mas só após a morte da rainha primária.

Em geral, a fundação do ninho é realizada por um único par de alados, que origina um único casal real primário. Entretanto, quando o ninho é criado simultaneamente por vários casais, com a associação de diversos alados após a revoada, acontecem múltiplas rainhas primárias. Esse fenômeno está presente em algumas espécies, como o cupim africano *Macrotermes michaelseni*, e é chamado pleometrose. Também foram encontradas múltiplas rainhas em outras espécies de cupins, mas não eram rainhas primárias e receberam o nome de rainhas adultóides. Geralmente, as rainhas adultóides aparecem no ninho após a morte ou o envelhecimento da rainha primária.

Mas não é só a substituição da rainha primária por suas filhas que gera múltiplas rainhas adultóides: elas também ocorrem dentro de um cupinzeiro em virtude da permanência das filhas junto da mãe – nesse caso, a rainha primária. As rainhas adultóides derivam de alados maduros (siriris ou aleluias) que não saem do ninho para o vôo nupcial (revoada) e são morfológicamente idênticos às rainhas primárias. Por isso é difícil distingui-las de múltiplas rainhas primárias.

Múltiplas rainhas adultóides podem

também distribuir-se em ninhos subsidiários. Algumas espécies de cupins criam esses ninhos, anexos ao ninho principal, neles desenvolvendo múltiplas rainhas adultóides a partir de alados que estavam presentes no interior do ninho principal. Isso acontece em alguns cupins do gênero *Nasutitermes*, que constroem ninhos subsidiários para aumentar o território de forrageamento e, assim, produzir novas colônias. As novas colônias são construídas quando é interrompida a ligação dos ninhos subsidiários com o ninho principal.

Examinando as diversas espécies de cupins, pode-se concluir que esses insetos desenvolveram várias estratégias para sobreviver quando os reprodutores primários morrem. Neles, parece que as respostas à orfandade (perda da rainha) evoluíram de acordo com as estratégias de dispersão e reprodução da espécie considerada. Assim, após a morte da rainha primária, uma colônia do cupim neotropical *Armitermes euamignathus*, bastante comum nos cerrados brasileiros, desenvolve vários reis e rainhas de substituição, todos reprodutores secundários (poliginia secundária).

No campo, quando a rainha é retirada do cupinzeiro, os cupins reagem criando rainhas substitutas. O tempo de resposta nunca ultrapassa um ano. Em várias es-



Figura 5. Brotos alares presentes nos reprodutores neotênicos ninfóides (reis e rainhas), em detalhe. O rei primário (seta) apresenta coloração escura.



Figura 6. Rainhas e reis secundários neotênicos, em colônia do cupim *Armitermes euamignathus*. O rei primário (indicado pela seta) permanece na colônia, ao lado dos múltiplos neotênicos ninfóides.

pécies de cupins onde existe uma rainha primária funcional, uma nova rainha de substituição aparece somente alguns meses após a remoção da rainha primária original. A presença de rainhas substitutivas fisogástricas e a existência de uma nova cria tem sido considerada clara indicação de que o período crítico que se segue à orfandade foi superado.

O desenvolvimento de múltiplas rainhas neotênicas entre os cupins sempre se associa a algumas características bem definidas, ou seja: a aquisição de múltiplas rainhas neotênicas é um processo secundário, uma vez que a colônia é fundada por uma única rainha (rainha primária) e rainhas adicionais são anexadas mais tarde. Todas as rainhas neotênicas são parentes próximos entre si, uma vez que todas são filhas ou netas da rainha primária, fundadora original do ninho. Além disso, a fecundidade é diferente entre as rainhas neotênicas, pois elas possuem morfologia e fisiologia distintas.

A existência de múltiplas rainhas no cupinzeiro traz algumas vantagens para a sociedade dos cupins, uma vez que aumenta a taxa de crescimento do ninho, bem como a sua probabilidade de sobrevivência e até a sua resistência à predação. O aumento da população é resultado de muitas fêmeas botando ovos,

o que aumenta a fecundidade da colônia. Em conseqüência, o aumento da população leva à maior probabilidade de sobrevivência do cupinzeiro e também das rainhas, individualmente. As grandes sociedades têm mais capacidade de explorar as diversas fontes alimentares disponíveis, o que acarreta maior sobrevida e sucesso na dispersão da espécie. Se a população do cupinzeiro aumenta, também aumenta o número de indivíduos das castas neutras (operários e soldados), o que é muito importante para colônias em início de formação. Nestas, os operários são indispensáveis à construção do cupinzeiro, aos cuidados com a prole e à provisão de alimento, enquanto os soldados são necessários para a defesa do ninho.

Múltiplas rainhas também reduzem o risco de extinção do cupinzeiro, uma vez que a morte de uma delas não ocasionará o extermínio da colônia. Assim, a presença de múltiplas rainhas é uma adaptação social que aumenta a flexibilidade ecológica e a resistência da colônia de cupins, em comparação com os insetos solitários. Embora as múltiplas rainhas necessitem dividir a produção da prole, sua existência representa significativa vantagem mutualística para a sociedade dos cupins.

O fato de ocorrerem múltiplas rai-

nhas, assim como múltiplos reis, aumenta a variabilidade genética entre os operários do cupinzeiro. Esse aumento da variabilidade genética tende a reduzir o parentesco dos operários entre si, trazendo o perigo potencial de mais conflitos entre esses indivíduos dentro do cupinzeiro, com efeitos negativos para o funcionamento da colônia. Entretanto, a diversidade genética gera várias vantagens, como resistência maior a doenças. Assim, graças à diminuição da taxa de transmissão de microrganismos patogênicos dentro do ninho, contribui para a longevidade do cupinzeiro.

O fenômeno das múltiplas rainhas entre os cupins não tem merecido tanta atenção dos pesquisadores como entre as formigas e as vespas, mas não é tão raro quanto se pensou no passado. É um exemplo de convergência evolutiva em ordens de insetos filogeneticamente independentes (não relacionados na escala evolutiva, que resolveram de forma semelhante os problemas de adaptação ao meio ambiente), como os Isoptera (cupins) e os Hymenoptera (abelhas, vespas e formigas).

Ana Maria Costa-Leonardo

Departamento de Biologia,
Universidade Estadual Paulista
(Unesp, Rio Claro).

ESCOLAR 97

ESCOLAR 97 - 11ª FEIRA DE PRODUTOS
PARA ESCOLA, ESCRITÓRIO E PAPELARIA

ESCOLAR 97 - 11TH SCHOOL, OFFICE AND STATIONERY PRODUCTS FAIR

15 a 18 de setembro de 1997 - das 14 às 22 horas

Anhembi - São Paulo - Brasil

September 15-18, 1997 - From 2 pm to 10 pm

Anhembi - São Paulo - Brazil

Patrocinador
Sponsorship



Associação Brasileira
da Indústria Gráfica



Sindicato do Comércio Varejista
de Material de Escritório e
Papelaria de São Paulo

Organizador
Organizer



São Paulo - Franca - Novo Hamburgo
Tel.: (5511) 289.0833
Fax: (5511) 251.5549

Hospedagem
Accommodation



Tel. (5511) 816 5999
Fax (5511) 815 5323

Transportadora
Official carrier



TOLL FREE
0800.998277

Montadora oficial
Official contractor



Tel. (5511) 858.0015
Fax (5511) 857.8357

Apoio
Support



Filiada à
Member of



Representante para:
Representative for:
France
Tel.: 33 1 43 59 05 69
Fax: 33 1 43 59 30 02

Spain
Tel./Fax: 34 6 360 7733
Italy
Tel.: 39 362 503 612
Fax: 39 362 545 064

Itabirito decifrado?

Um pesquisador brasileiro pode estabelecer importante marco nas investigações sobre a origem dos itabiritos, estruturas formadas por camadas alternadas de ferro e de sílica, que ocorrem em grande escala no chamado 'quadrilátero ferrífero', em Minas Gerais. Avançando em relação às pesquisas internacionais sobre o tema, o geólogo Luiz de Oliveira Castro lança a hipótese de que a separação das camadas de ferro e sílica acontece no período de apenas um dia – e não ao longo de um ano, como vêm afirmando cientistas de outros países – e pode ser explicado pela movimentação da água durante o processo de compactação desses materiais, no fundo dos oceanos.

Mais antigo enigma da

metalogenia, a origem dessas estruturas, também chamadas formações ferríferas bandadas (figura 1), vem sendo investigada há mais de um século, desde que o homem explora as jazidas de ferro compostas de depósitos desse tipo. Tais reservas bandadas, as maiores e economicamente mais importantes fontes de ferro conhecidas hoje no mundo, também são encontradas em outros locais, como a região de Urucum, no Brasil e na Bolívia.

As primeiras descobertas sobre a origem dos itabiritos foram publicadas em 1978 pelo químico escocês Graham Cairns Smith, da Universidade de Glasgow. Ele propôs que as precipitações de ferro ocorreram em grande escala no período pré-cambriano, há cerca de dois bilhões de anos, pela ação direta da radiação ultravioleta emitida pelo Sol sobre compostos em solução na água dos oceanos primitivos. Como naquele período geológico ainda não existia a camada de ozônio, que hoje bloqueia os raios ultravioleta, estes incidiam diretamente na superfície do mar e provocavam a fotooxi-

dação do ferro, presente na água em formas solúveis, e em consequência disso a sua precipitação.

Smith retomou seus estudos em 1983, junto com o químico P.S. Braterman. Eles afirmaram que as camadas alternadas das formações ferríferas bandadas – uma rica em ferro e outra em sílica – formavam-se de forma lenta, ao longo de um ano. Com base nessa hipótese, concluíram que a radiação solar recebida pela Terra durante um ano seria suficiente para causar a precipitação de todo o ferro encontrado atualmente em formações bandadas.

Antes de Smith, o pesquisador alemão H. Harder havia demonstrado que o hidróxido de ferro III tem a propriedade de arrastar, enquanto se precipita, a sílica amorfa dispersa na água do mar. Para explicar o bandeamento típico da rocha, ele defendeu a idéia de que o ferro II, ao se transformar em ferro III na água do mar e se precipitar, arrastava com ele a sílica. No fundo do mar, presumia o cientista, o ferro separava-se da sílica, mas ainda não havia uma explicação para tal processo.

Em sua teoria, Castro combinou as propostas de Harder e Smith e acrescentou uma explicação para a separação das camadas. Ele concordou que a origem dos itabiritos são os depósitos no fundo dos mares pré-cambrianos causados pela fotooxidação do ferro II, que se torna hidróxido férrico, e pela sílica arrastada na precipitação – o ferro

vem do magma quente do interior da Terra, através das fraturas da crosta oceânica, e torna-se solúvel por processos térmicos.

Ao simular em laboratório os processos de fotooxidação e precipitação dos mesmos compostos (figura 2), o geólogo brasileiro confirmou que eles separam-se por processos químicos que dependem da água presente no sedimento do fundo. O experimento mostrou que a separação do material amorfo precipitado ocorre à noite, quando a ausência da luz solar interrompe o processo de precipitação (figura 3). À medida que o material depositado no fundo vai se compactando, a água nele contida é expulsa, de baixo para cima, em movimento que separa a fração mais leve (a sílica) da mais pesada (o ferro). No dia seguinte, quando a precipitação recomeça, os flocos do novo precipitado caem delicadamente na superfície de sílica, que já adquiriu rigidez suficiente para suportar os novos depósitos. "O processo faz com que os precipitados de cada dia se separem", explica Castro.

Uma surpresa

A pesquisa trouxe uma grande surpresa para Luiz de Oliveira Castro. Ele constatou que a luz do Sol, nos dias atuais, mesmo filtrada pela camada de ozônio, ainda é capaz de oxidar o ferro, o que permite supor que as formações ferríferas bandadas ainda podem estar ocorrendo. A explicação, segundo o geólogo, é



Figura 1. A amostra do itabirito encontrado nas jazidas ferríferas de Minas Gerais mostra claramente as camadas alternadas de ferro e sílica típicas dessa rocha.



Figura 2. (Foto da esquerda). No tubo exposto à luz solar - parte da planta-piloto do experimento - acontece a oxidação do ferro em solução e sua precipitação em forma de flocos.



Figura 3. O ferro e a sílica precipitados depositam-se e separam-se na parte inferior do tubo, dando origem a uma sucessão de camadas claras e escuras.

a de que a luz ultravioleta não é a única responsável pelo processo de oxidação e precipitação do ferro, como supunha Smith. Isso foi confirmado nos experimentos: a luz violeta, que integra o espectro visível e não é bloqueada pela camada de ozônio, também pode causar oxidação em soluções com apenas 15 ppm (partes por milhão) de ferro II.

Os experimentos que permitiram a Castro formular sua teoria foram realizados em Belo Horizonte através de um projeto da empresa Mineral Engenharia e Economia, da qual é presidente, em associação com o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), vinculado à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

A planta-piloto do projeto, montada no CDTN, é composta por dois recipientes que contêm soluções de sílica e cloreto ferroso, ligados por finas mangueiras controladas por conta-gotas a um tubo vertical e transparente de 3m de comprimento e

5cm de diâmetro, onde ocorre a reação. Esse tubo é abastecido continuamente, por gotejamento, com as soluções. Suas extremidades são fechadas, mas na superior há um pequeno cano por onde escapam o excesso de solução e o hidrogênio produzido pela reação de oxidação do ferro. A parte superior (um terço) do tubo-reator fica exposta à luz do Sol, enquanto a inferior fica em ambiente escuro.

Embora o reabastecimento com as soluções seja conti-

nuo, como ocorre no mar, a luz solar só pode oxidar o ferro durante o dia. Assim, o teor de ferro da solução atinge um nível máximo ao amanhecer, quando a exposição ao Sol inicia a oxidação e precipitação dos compostos, vai caindo ao longo do dia e chega a um nível mínimo no final do dia, voltando a aumentar durante a noite, em um ciclo repetitivo.

O experimento deixou claro que a oxidação ocorre todos os dias, e que o mesmo

se dá com a precipitação, contrariando a tese de Smith e Braterman, para quem as camadas das formações ferríferas bandadas foram depositadas ao longo de um ano. "Eles não consideraram em seus cálculos a contribuição da luz violeta nem o aumento noturno do teor de ferro causado pela ausência de fotooxidação", argumenta Castro.

O geólogo brasileiro pretende agora direcionar suas investigações para as reservas de minério de ferro que não apresentam o bandeamto típico dos itabiritos, formadas presumivelmente depois que estes pararam de se depositar. Tais formações mais novas, exploradas na Europa e nos Estados Unidos, são mais ricas em ferro. Ele busca tentar explicar como esses depósitos se formaram em épocas mais recentes, quando já havia níveis elevados de oxigênio na Terra.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

De isca a caviar

Potencial econômico dos peixes-voadores do Nordeste ainda é pouco explorado

Abundantes nos mares do Nordeste, os peixes-voadores podem ganhar *status* mais nobre no comércio pesqueiro do país. Pesquisas do Laboratório de Dinâmica das Populações Marinhas (Dimar), da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, mos-

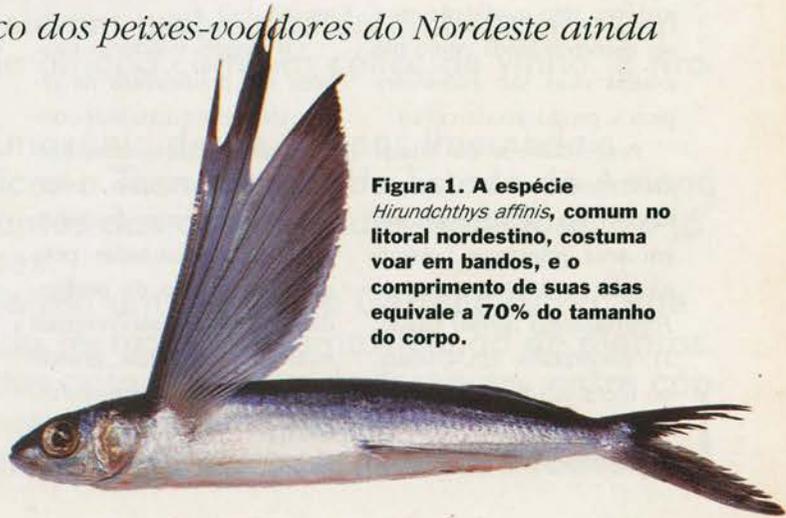


Figura 1. A espécie *Hirundichthys affinis*, comum no litoral nordestino, costuma voar em bandos, e o comprimento de suas asas equivale a 70% do tamanho do corpo.

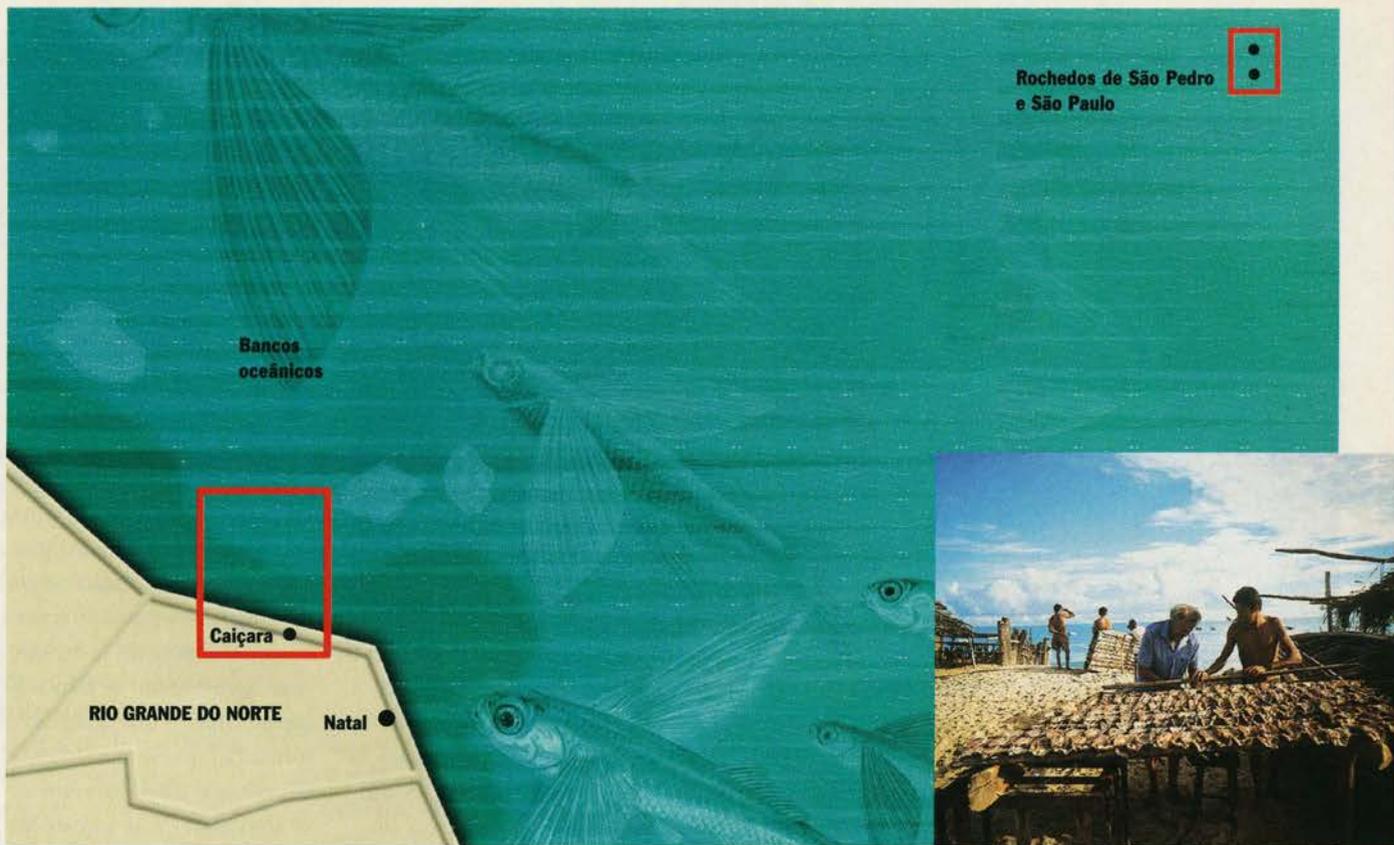


Figura 2. As áreas litorâneas próximas de Caiçara e os rochedos de São Paulo e São Pedro são os principais habitats de peixes-voadores nos mares do Nordeste.

Figura 3. Os pescadores de Caiçara, no Rio Grande do Norte, ainda secam a carne do peixe-voador, da espécie *H. affinis*, para poder comercializá-lo.

tram que as espécies conhecidas por esse mesmo nome se reproduzem com facilidade e apresentam rápido crescimento, atingindo entre 25 e 40cm, enquanto a média verificada em outras regiões de ocorrência não ultrapassa 20cm. A carne desses peixes, utilizada atualmente como isca para a pesca de espécies maiores, tem qualidade para ser comercializada como filé e suas ovas são excelentes para a produção de caviar.

Pesquisadores do Dimar estão monitorando as populações dos peixes-voadores em seus principais habitats na costa nordestina. A espécie *Hirundinichthys affinis* (figura 1), encontrada em Caiçara, no litoral do Rio Grande do Norte, representa 70% da pesca local no período de

abril a junho e é um dos principais recursos de exploração econômica à disposição da população de baixa renda. A área dos rochedos São Pedro e São Paulo, a duas mil milhas da costa pernambucana (figura 2), é um centro de reprodução da espécie *Cypselurus cyanopterus*, que alcança 42cm de comprimento.

Os peixes-voadores também são abundantes na região da quebra do talude continental brasileiro, entre Pernambuco e Paraíba, onde existem correntes marinhas ascendentes causadas pelo aumento brusco da profundidade do mar. Tais correntes trazem à superfície grande quantidade de nutrientes, fornecendo o alimento necessário ao rápido crescimento

das espécies.

Nas ilhas do Caribe, sobretudo em Barbados, é ampla a comercialização da carne de peixes-voadores, consumida como saborosa iguaria. “O voador é tão popular no litoral caribenho que é comum ver sua figura reproduzida em camisetas, botons e bonés”, diz a pesquisadora Adalbery Monteiro, do Dimar. No Nordeste brasileiro, no entanto, quase toda a produção de peixes-voadores é salgada e seca, o que reduz significativamente seu preço (figura 3). De olho no potencial brasileiro, pesquisadores do Caribe estudaram o DNA de peixes-voadores de águas brasileiras e caribenhas, confirmando a origem diferente dos dois estoques marinhos. “Isso determina a total inde-

pendência dos brasileiros para explorar o recurso”, avisa a pesquisadora.

As investigações do Dimar fazem parte do Programa de Avaliação Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (Revizee), instalado em 1995 pelo governo federal para dar impulso às pesquisas sobre as riquezas marinhas brasileiras. O programa nasceu em 1982, na Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar, como apoio ao compromisso, firmado por 11 países, de garantir a exploração sustentável dos recursos marinhos.

Isabela Pires

Agência Meio, Universidade Federal de Pernambuco.



09-13 de Setembro
Pavilhão da Bienal do Ibirapuera
Congresso e Feira

EDUCANDO "Tecnologia na Era do Conhecimento"
S U C E S U - S P

Temas do Congresso:

- **FUTURO DO TRABALHO E O PAPEL DA ESCOLA;**
- **EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES**
- **TV NÃO FAZ MAL**
- **INFORMÁTICA: O MEIO NÃO É A MENSAGEM**

E, ainda...
 CICLO ESPECIAL DE PALESTRAS
 P/ EXECUTIVOS E COORDENADORES
 DE INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS

Custos:

- **Professores: R\$ 50,00**
- **Ciclo Especial de Palestras: R\$ 200,00**

A inscrição no Congresso dá direito à visita à Exposição.

Consulte-nos sobre pacotes acima de 05 inscrições da mesma instituição - Preços Especiais

Exposição:

Em sua 5ª versão, o Educando já se tornou um importante fórum da informática na educação, onde profissionais de ensino e informática, frente aos mais avançados sistemas de informação, debatem e buscam soluções integradas à educação.

Agora, como um evento independente, sua estrutura profissional de realização e de divulgação torna-se ainda mais forte para garantir a presença do público consumidor e, conseqüentemente, grandes negócios.

Custos:

- **Com Montagem: R\$ 180,00 p/ m²**
- **Sem Montagem: R\$ 160,00 p/ m²**

**Obs.: - para estandes de até 18 m², a montagem é obrigatória
 - Módulos Disponíveis: 09m², 16m² e 32m² (Módulo Patrocinador)*

Promoção



Realização



Pagamento Parcelado
 devendo a última
 ser quitada até 30.08.97

Informações e Inscrições: (011)820-2312

Para receber maiores informações, envie Ficha de Interesse abaixo, através do Telefax (011) 820.2312

FICHA DE INTERESSE EDUCANDO'97

SIM, desejo receber a Maiores Informações sobre: Congresso Feira

NOME: _____

EMPRESA: _____ CARGO: _____

ENDEREÇO: _____

CEP: _____ CIDADE: _____ UF: _____

FONE: _____ FAX: _____

E-MAIL: _____

DOMINE A GEOINFORMAÇÃO

Adquira agora os novos lançamentos em Geoprocessamento



GIS BRASIL 97 EM CD-ROM

Palestras, painéis e informações sobre os expositores do maior evento sobre Geoprocessamento da América Latina, com gráficos, imagens, tabelas, telas e recursos de extrema agilidade para busca e pesquisa. Ferramenta e fonte de consulta indispensável para quem tem especial interesse pela ciência e arte do Geoprocessamento.

PREÇO: R\$ 35,00 (INCLUÍDAS DESPESAS DE POSTAGEM)

VIAGEM AO SIG

Qual a relação entre SIGs e um jet-ski, um jantar, um jogo de futebol e até um casamento?

Você descobrirá no livro **VIAGEM AO SIG**, que trata da implantação de Sistemas de Informação Geográfica do ponto de vista gerencial. O autor não apresenta "fórmulas milagrosas para o sucesso", mas soluções alternativas, suas vantagens e desvantagens. Na parte final do livro, experiências de usuários de SIGs no Brasil (segundo o autor, aqueles que "já fizeram a viagem").

Consistência técnica e respaldo científico combinados à orientação prática e simplicidade, fazem de **VIAGEM AO SIG** uma leitura instrutiva e agradável.

Preço: R\$ 25,00 (INCLUÍDAS DESPESAS DE POSTAGEM)

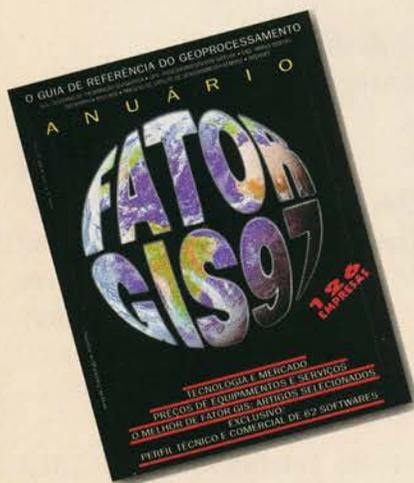


ANUÁRIO FATOR GIS 97

O Guia de Referência do Geoprocessamento

- 126 Empresas Cadastradas
- Opiniões de Especialistas
- Experiências e Projetos
- Principais Instituições do Setor
- Geoprocessamento no Mercosul
- Bibliografias
- Preço de Equipamentos e Serviços
- **EXCLUSIVO:** Perfil Técnico e Comercial de 62 softwares de Geoprocessamento

PREÇO: R\$ 30,00 (INCLUÍDAS DESPESAS DE POSTAGEM)



PEÇA POR TELEFONE OU E.MAIL
Descontos especiais para assinantes da **REVISTA FATOR GIS**

Tel/Fax (041)264-9807

e.mail: assina@fatorgis.com

www.fatorgis.com/

Ímãs biocompatíveis

Isoladas moléculas magnéticas que poderão ter aplicações médicas e tecnológicas

Moléculas com propriedades magnéticas e compatíveis com sistemas biológicos, isoladas por um pesquisador brasileiro, poderão ter no futuro importantes aplicações no diagnóstico médico, na substituição das estruturas cerebrais responsáveis pela memória e em várias áreas tecnológicas. O uso em exames de

diagnóstico baseados em contrastes, como a tomografia computadorizada (técnica que capta a ressonância magnética nuclear de certas substâncias injetadas na corrente sanguínea), é uma das possibilidades.

O primeiro magneto molecular foi isolado há alguns anos pelo químico Humberto

Osório Stumpf, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, quando desenvolvía sua tese de doutorado na Universidade de Paris Sul (França). A importância da descoberta, feita em conjunto com outros pesquisadores, no laboratório de química inorgânica daquela universidade, foi reconhecida na época pela revista *Science*, que publicou o trabalho (v. 261, 23/7/1993), reproduzindo na capa a imagem do magneto.

A pesquisa comprovou que o magneto, capaz de imitar enzimas e proteínas, emite sinais mais intensos que os das substâncias paramagnéticas usadas hoje para contraste nos exames tomográficos. Isso significa que poderia ser utilizado em quantidade menor, minimizando efeitos colaterais. A molécula exibe ainda características importantes como solubilidade, leveza e transparência, não encontradas nos compostos magnéticos clássicos – óxidos de ferro ou ligas metálicas, usados em motores, sistemas elétricos e até fitas de gravação (inclusive na informática). A substância tem estrutura tridimensional, com vários anéis entrelaçados, como uma corrente (figura 1). “Trata-se de um composto do tipo catenano, raro em química”, afirma Stumpf.

Obtido na forma de cristal verde-esmeralda, o primeiro magneto molecular associa, em sua composição, metais como manganês e cobre a elementos não-metálicos, como carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, o que o aproxima dos sistemas biológicos. “Isso permite sonhar mais alto”, diz Stumpf, citando a hipótese, que ainda parece fictícia, de usar o magneto em implantes cerebrais. Segundo ele, já se pensa na possibilidade de implantar *chips* construídos à base de magnetos no cérebro de pessoas com problemas de perda de memória, e os magnetos moleculares, por serem biocompatíveis, poderiam tornar mais viável a conexão dos *chips* com os neurônios. “Mas isso só ocorreria a longo prazo, pois a ciência que estuda as reações químicas dos organismos vivos ainda está engatinhando”, reconhece.

Stumpf acredita que os novos compostos podem vir a ter aplicações mais factíveis na área tecnológica: em tintas para xerox, no desenvolvimento de novas tecnologias de gravação e estocagem de informação e no aperfeiçoamento dos discos magneto-ópticos. No entanto, a viabilidade de todas as aplicações, médicas e tecnológicas, só existirá quando for possível obter as proprie-

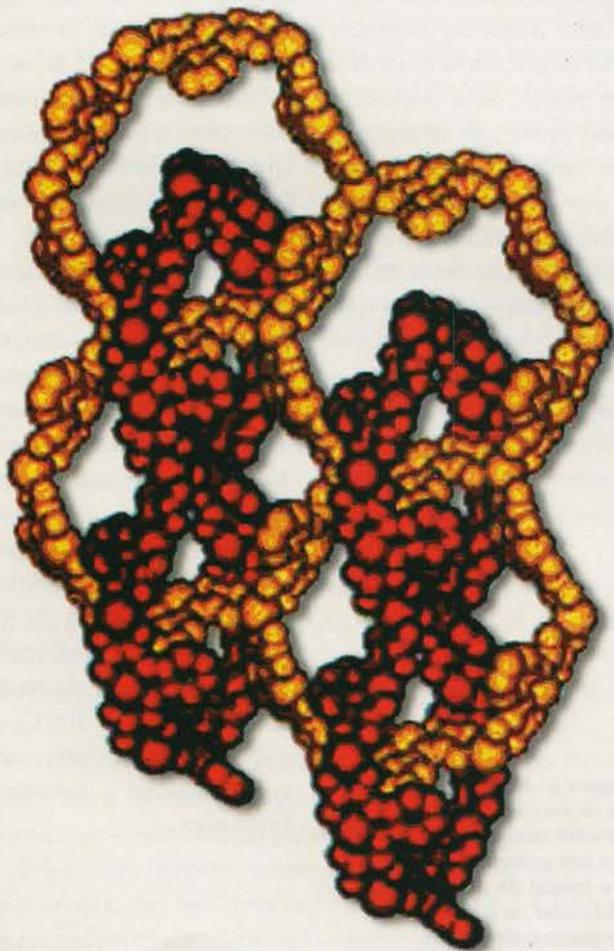
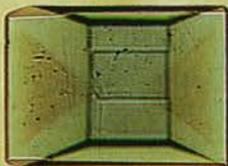
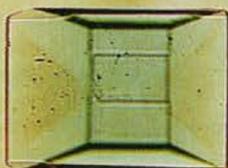


Figura 1. Com estrutura rara em química, o magneto molecular tridimensional é formado por vários anéis hexagonais que se entrelaçam, como uma corrente.



dades magnéticas moleculares a temperaturas mais próximas da ambiental – o primeiro composto só funciona como magneto a -250°C .

Para buscar uma molécula magnética ainda mais próxima da biocompatibilidade, o químico liderou, ainda em 1993, ao voltar ao Brasil, a criação de um grupo de pesquisa voltado para essa área no Departamento de Química da UFMG. No início do corrente ano, sua equipe sintetizou dois novos compostos, também de estrutura tridimensional com anéis entrelaçados, semelhantes ao obtido na França. Eles apresentam pequenas modificações químicas que os tornam um pouco mais orgânicos. “Isso prova que se trata de um composto reprodutível, e não uma descoberta fortuita, o que aumenta a chance de avanços nessa linha de pesquisa”, afirma o químico.

Nos últimos meses, o grupo obteve outros compostos, a que denominou

magnetos moleculares ‘duros’, com grande capacidade de armazenar informações, se usados em *chips* de memória. Eles apresentam propriedades ópticas interessantes, comprovadas em experimentos feitos em parceria com o Departamento de Física da UFMG: um dos magnetos, obtido na forma de cristal azul, mostra birrefringência (refração em dois níveis) e dicroísmo (polarização da luz branca) – nesta propriedade, a luz branca, que normalmente se propaga em todas as direções, passa a deslocar-se em um feixe de apenas uma direção, ao atravessar o cristal. O efeito do dicroísmo pode ser visualizado quando se cruzam dois polarizadores, girando-os até que seus eixos ópticos fiquem a 90 graus um do outro (figura 2).

Os magnetos sintetizados no Brasil podem vir a ser utilizados com maior eficiência em discos magneto-ópticos, por sua elevada capacidade de estocar informação. Além disso, apresentam temperatura crítica (na qual ocorre o magnetismo) mais elevada que a do primeiro composto: em torno de 37 Kelvin (-236°C), mais próxima à do nitrogênio líquido (77 Kelvin, ou -196°C), o que já representa uma vantagem quanto a possíveis aplicações.

Figura 2. Experiência de dicroísmo (aumento de 100 vezes) em que um dos polarizadores é o cristal de um magneto molecular, e o giro do outro polarizador (do microscópio óptico) vai de 0 a 90 graus durante a seqüência de imagens.

Marise Muniz

Ciência Hoje/ Belo Horizonte.

Não é só respeito pelo consumidor. É instinto de sobrevivência.

Ar-condicionado que utiliza o gás R134a, que não ataca a camada de ozônio.

"Sistema de Escape Refletivo" diminui os níveis de ruído, dispensando o silenciador que utiliza mantas de basalto e lã de vidro, prejudiciais ao meio ambiente.

Injeção eletrônica com Catalisador e Sonda Lambda 70% menos poluentes.

Peças plásticas 90% recicláveis.



<http://www.volkswagen.com.br>

A Volkswagen tem uma nova geração de veículos com itens de preservação ambiental ainda mais eficientes. Itens que não fazem parte de nenhuma estratégia para conquistar o consumidor. Mas fazem parte de uma estratégia para preservar a vida. Afinal, a Volkswagen pretende continuar sendo líder de mercado por muitos e muitos anos. E a condição mínima para existir um mercado é existir um planeta. **Volkswagen. A marca ecologicamente correta.**



Na compra de seu Volkswagen 0 km, você recebe o **Volkscard** - o cartão de crédito da Volkswagen, e o **Volkservice** - Assistência Técnica dia e noite para seu carro, inteiramente grátis, pelo período de 1 ano.



VOLKSWAGEN
Você conhece, você confia.

1º PRÊMIO ANUAL DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA FRANCISCO DE ASSIS MAGALHÃES GOMES



O Governo de Minas, através da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, está implantando um prêmio anual para profissionais, instituições, jornalistas e estudantes que têm se destacado na área científica e tecnológica. Se você tem algum trabalho importante em ciência e tecnologia, participe. Porque, sem ciência, a vida pára.

1º PRÊMIO ANUAL DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
FRANCISCO DE ASSIS MAGALHÃES GOMES

UMA INICIATIVA PIONEIRA DO GOVERNO DE MINAS PARA DIFUSÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ESTADO.

FAPEMIG

CIÊNCIA E TECNOLOGIA



MINAS TRABALHA E FAZ ACONTECER

Inscrições: de 12 de junho a 29 de agosto de 1997, das 9 às 12h e das 14 às 18h, na Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia/SECT-MG. Rua Santa Catarina, 894 - Lourdes. Belo Horizonte - MG. **Informações:** (031) 250-4923.

PRT / RJ - 1633/97
UP AC AFONSO CAVALCANTI
DR / RJ

CARTÃO RESPOSTA
NÃO É NECESSÁRIO SELAR.

O selo será pago por:



20299-999 RIO DE JANEIRO - RJ

CIÊNCIA HOJE NA INTERNET

Navegue pela ciência hoje do Brasil e do mundo e não deixe de dar uma paradinha nas seções CH das Crianças e Serviços da CH on-line

<http://www.ciencia.org.br>

LEIA E ASSINE

AS PUBLICAÇÕES DA SBPC

Ciência Hoje

14 anos de divulgação científica de qualidade

Assinatura

11 números - R\$ 64,50 ou três parcelas iguais de R\$ 21,50



Ciência Hoje das Crianças

Dez anos de experiência em divulgação científica para crianças

Assinatura

11 números - R\$ 42,00 ou três parcelas iguais de R\$ 14,00

Jornal da Ciência

Único jornal especializado em política científica no Brasil

Assinatura anual

24 números - R\$ 48,00 ou 03 parcelas iguais de R\$ 16,00



Você pode comprar também



Ciência Hoje na Escola

A única revista brasileira de divulgação científica para crianças agora em volumes temáticos para uso em sala de aula e em pesquisas escolares. Os livros vêm acompanhados por encarte para os professores, com dicas para o uso. Os índices para crianças e professores são práticos e fáceis de consultar.

R\$ 14,80 cada à vista

De 2ª a 6ª, das 9h às 18h
LIGUE GRÁTIS: 0800 264846



SOCIEDADE BRASILEIRA
PARA O PROGRESSO
DA CIÊNCIA

CIÊNCIA HOJE
para sua família:
mais qualidade
na informação
que chega à sua casa

CIÊNCIA HOJE

JORNAL da CIÊNCIA



E não esqueça! Presentear com Ciência Hoje é sempre uma boa idéia

LIGUE:
0800 264846
FAX (021) 541-5342

ou envie para:
Departamento de Assinaturas
Av. Venceslau Brás 71, casa 27
CEP 22290-140 - Botafogo, Rio de Janeiro/RJ

Código da assinatura: _____

Quero assinar

- Ciência Hoje*
 Jornal da Ciência
 Ciência Hoje das Crianças

Quero renovar

- Ciência Hoje das Crianças*
 Ciência Hoje
 Jornal da Ciência

Quero comprar

- Ciência Hoje na Escola*

: Escolho a seguinte forma de pagamento:

- parcela única três parcelas
 COBRANÇA BANCÁRIA CHEQUE (nominal à SBPC) ou
 Autorizo o débito em meu CARTÃO DE CRÉDITO*

Nome _____ CPF _____

Endereço _____

_____ Bairro _____

CEP _____ Cidade _____ Estado _____

Fone _____ Fax _____ Idade (opcional) _____

: Nome do titular _____

: Nome do cartão _____ validade ____ / ____ / ____

: Número _____

: Assinatura (igual à do cartão) _____

: * Visa (Ourocard, Nacional, Bradesco), American Express, Sollo, Credicard, Diners